

# Bus à Haut Niveau de Service

*Caractéristiques fondamentales et recommandations  
pour la prise de décision et la recherche*

*Résultats issus de 35 villes européennes*



## *Bus à Haut Niveau de Service*

Caractéristiques fondamentales et recommandations  
pour la prise de décision et la recherche

Résultats issus de 35 villes européennes

Rapport final – action COST TU0603 (octobre 2007 – octobre 2011)

Éditeurs : Brendan Finn (ETTS Ltd), Odile Heddebaut (IFSTTAR DEST), Arno Kerkhof (UITP), François Rambaud (CERTU), Oscar Sbert Lozano (consultant), Claude Soulas (IFSTTAR GRETTIA).

Les participants de cette action COST, issus de 14 pays de l'UE, ont contribué à ce rapport (liste en page 4).



Le COST bénéficie du soutien du Programme-cadre pour la recherche et le développement technologique de l'Union européenne



L'ESF finance le bureau COST par l'intermédiaire d'un contrat CE.

---

## Avant-propos

Cette publication bénéficie du soutien du COST.

**COST** (Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique) constitue le réseau intergouvernemental européen de coopération le plus ancien et le plus étendu dans le domaine de la recherche. Créé en novembre 1971 à l'occasion de la conférence ministérielle, le COST est actuellement utilisé par la communauté scientifique de 35 pays européens afin de coopérer sur des projets de recherche communs avec le soutien de fonds nationaux.

Les fonds fournis par le COST, qui représentent moins d'1 % de la valeur totale des projets, permettent de soutenir les réseaux de coopération COST (Actions COST) grâce auxquels, avec un budget annuel de 30 millions d'euros, plus de 30 000 scientifiques européens prennent part à des projets de recherche d'une valeur totale supérieure à 2 milliards d'euros par an. Cette somme correspond à la valeur ajoutée à laquelle le COST parvient à l'échelle européenne.

Les principales caractéristiques du COST sont les suivantes : une approche « ascendante » (les scientifiques sont eux-mêmes à l'origine du lancement des actions COST), une participation « à la carte » (seuls les pays intéressés par une action y participent), une « égalité d'accès » (la participation est également ouverte aux communautés scientifiques des pays hors UE) et une « structure flexible » (mise en œuvre facile et gestion simple des initiatives de recherche).

En sa qualité de précurseur dans la recherche pluridisciplinaire avancée, le COST joue un rôle prépondérant dans la réalisation de l'Espace européen de la recherche (ERA) en anticipant et en complétant les activités des Programmes-cadres, en établissant un « pont » vers les communautés scientifiques des pays émergents, en augmentant la mobilité des chercheurs en Europe et en encourageant l'établissement de « réseaux d'excellence » dans de nombreux domaines scientifiques essentiels, notamment : biomédecine et biosciences moléculaires ; alimentation et agriculture ; forêts, produits et services forestiers ; matériaux, physique et nanosciences ; chimie et sciences et technologies moléculaires ; science du système terrestre et gestion de l'environnement ; technologies de l'information et de la communication ; transport et aménagement urbain ; individus, société, culture et santé. Il couvre des domaines de recherches élémentaires et plus appliqués tout en abordant des problématiques prénormatives ou revêtant une importance sociétale.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur <http://www.cost.esf.org>

### Mention légale du bureau du COST :

Ni le bureau du COST ni aucune autre personne agissant en son nom ne saurait être tenu responsable de l'utilisation des informations contenues dans la présente publication. Le bureau du COST ne saurait être tenu responsable des sites Internet externes auxquels la présente publication fait référence.

### Note à l'attention du lecteur :

La présente publication représente le rapport final de notre action COST ; sa rédaction a été répartie entre plusieurs groupes. De manière inévitable, cela a pu conduire à quelques redondances de contenu et à une certaine diversité de style et de point de vue. Les responsables de l'édition ont pris le parti de conserver cette disparité de « voix » plutôt que de rationaliser la publication.

En effet, dans un domaine aussi nouveau et vaste que celui dont il est question ici, les méthodes d'analyse applicables aux mêmes éléments sont multiples. Dans le contexte d'une action COST consacrée au partage de connaissances, être en mesure d'identifier différentes réflexions est important dans le cas d'un sujet d'étude aussi vaste que le bus à haut niveau de service (BHNS).

### Source photographique :

Les membres du groupe COST TU0603, cités en page 4. Pour toute utilisation du contenu, la source « action COST TU 603 : *BHNS - Bus à haut niveau de service* » doit être mentionnée.

**Site web de l'action COST BHLS : [www.uitp-bhls.eu](http://www.uitp-bhls.eu)**

---

---

## Note de synthèse

Dans toute l'Europe, on assiste à la mise en œuvre de nouveaux projets de bus urbain de haute qualité. Connues sous le nom de BHNS, bus à haut niveau de service, ces lignes ne constituent pas nécessairement de « nouvelles solutions » ou un moyen de transport innovant à la recherche d'un marché. Un grand nombre de BHNS rétablissent l'efficacité dont les bus ont bénéficié pendant la majeure partie du XX<sup>ème</sup> siècle, alors que les problèmes de congestion étaient encore inconnus. Ils améliorent l'attractivité du réseau par le biais d'investissements significatifs en faveur de la fiabilité du système ainsi que dans le service client et le marketing.

Le bus représente le premier mode de transports en commun en Europe et dans le monde<sup>1</sup>. Les zones de forte demande sont généralement desservies par un métro ou un tramway. L'un des plus grands paradoxes de la planification des transports moderne est l'importance exagérée qui a été accordée à des projets extrêmement coûteux et d'une portée limitée (bien qu'efficaces dans leur zone d'application), associée à une déconsidération de la dégradation des conditions connues par l'immense majorité des usagers des transports en commun. Ces phénomènes, qui découlent d'une structure et d'une forme urbaines imparfaites, ont été exacerbés par l'étalement urbain. Au cours des quarante dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle, tout ceci a contribué à la dégradation des conditions économiques et financières des transports publics, avec un délaissement des transports en commun au profit des moyens de transport privés. Dans un tel contexte, les dépenses publiques nécessaires à la reconquête d'infimes parts de marché sont très conséquentes. Le BHNS peut contribuer à l'évolution de cette situation ; il est donc important de comprendre les facteurs essentiels nécessaires au renouveau du bus.

Le BHNS constitue un moyen de réponse essentiel aux décennies de négligence systématique subies par le transport par bus. Il se présente comme une boîte à outils regroupant des mesures relativement modestes et rentables susceptibles d'être mises en place dans les aires urbaines de toutes dimensions. Cette solution, qui associe bonnes pratiques opérationnelles et technologies appropriées, ne nécessite pas systématiquement un investissement très important. Si ces évolutions modestes des conditions d'exploitation des transports par bus sont mises en place à très grande échelle au niveau Européen, leur impact se fera ressentir sur la vie quotidienne de dizaines de millions d'Européens et elles attireront un grand nombre d'automobilistes. De telles évolutions doivent également se focaliser sur le renouvellement de l'aménagement urbain, sur l'usage des sols et sur la redistribution de l'espace : un défi majeur sur le chemin du succès.

Les systèmes fondés sur les réseaux de bus que l'on peut d'ores et déjà observer en Irlande, en France, en Espagne, en Suède, en Allemagne, au Royaume-Uni, aux Pays-Bas, en Finlande et dans d'autres pays, mis en œuvre dans des configurations variées et identifiés par différents acronymes, sont une indication tangible que nous disposons déjà d'une gamme étendue d'excellentes solutions transférables. En outre, il semble qu'aucun environnement ne soit inadapté à la mise en place de systèmes BHNS en Europe.

Ces systèmes sont appelés BRT (Bus Rapid Transit) en Amérique du Nord et dans les pays en voie de développement, où ils ont bénéficié d'un soutien important d'organisations internationales, telles que la Banque mondiale, depuis les années 1990. Depuis cette époque, le concept de BRT a fait l'objet de nombreuses publications et s'accompagne désormais d'une bibliographie étendue (cf chap 7.4), notamment d'études des systèmes présentant les plus forts potentiels au monde, tel le TransMilenio de Bogota, qui a permis des améliorations en matière de vitesse moyenne et de fréquentation par les usagers parfois très importantes. Les conditions économiques, culturelles, politiques et sociales que nous connaissons en Europe sont toutefois différentes. Nos villes le sont également.

Le présent rapport propose une synthèse de quatre années d'échanges menés par 14 pays européens à propos de leur expérience du BHNS.

---

<sup>1</sup> Dans les villes de l'UE de plus de 250 000 habitants, environ 50 % des véhicule-kilomètres sont réalisés par les bus ; une proportion qui passe à 100 % dans les villes petites à moyennes. La moyenne européenne de part de marché du bus est estimée entre 50 et 60 %. Elle atteint 80 % au niveau mondial (source : UITP).

---

---

Les objectifs étaient les suivants :

- Mettre en évidence les points forts et les différents domaines d'application du marché des BHNS par l'analyse de 35 projets de BHNS européens (dont 25 ont fait l'objet d'une visite et ont été documentés dans le cadre de cette action COST).
- Définir certains outils méthodologiques utiles, telle l'approche « système », accompagnée de ses indicateurs clés de performance et ses exigences contradictoires.
- Définir la notion de haut niveau de service pour un tel moyen de transport.
- Rassembler des recommandations / messages essentiels pour la promotion et le renforcement de ce marché.

Les centres d'intérêt identifiés peuvent se résumer ainsi :

- Avoir conscience de l'étendue importante des solutions de BHNS, au sein desquelles une cohabitation des trams et des bus sur des couloirs communs peut même être envisagée ; une approche à long terme peut aboutir à plusieurs niveaux de service.
- Maintenir une approche « système » également à l'échelle du réseau tout en améliorant les modes actifs, la marche et l'utilisation du vélo.
- Pour poursuivre le déploiement extensif de lignes de BHNS et développer les réseaux de connaissance sur le BHNS, l'obtention d'un soutien politique à un stade précoce est essentielle.
- Intégrer le BHNS à l'aménagement urbain et obtenir l'acceptation des citoyens et de la communauté.
- Offrir au BHNS une priorité équivalente à celle du tramway lorsqu'il circule sur sa voie réservée. Dans les zones concernées, adapter la réglementation de la circulation et harmoniser la signalisation indiquant la priorité des tramways et des BHNS.
- Améliorer la réglementation européenne relative aux équipements des BHNS, notamment pour les bus bi-articulés, la présence de portes des deux côtés du véhicule et l'installation de porte-vélos à l'avant (comme aux États-Unis et au Canada)...
- Promouvoir la poursuite de la recherche et de l'évaluation relatives aux composants des BHNS, tels les impacts économiques, sociaux, urbains et environnementaux, les mesures de qualité, la sécurité et le marché spécifique aux véhicules BHNS.

## Remerciements

14 pays de l'UE ont été impliqués dans cette action COST, qui s'est déroulée d'octobre 2007 à novembre 2011 : la Belgique, la République tchèque, la France, l'Allemagne, la Grèce, l'Irlande, l'Italie, les Pays-Bas, le Portugal, la Roumanie, l'Espagne, la Suède, la Suisse et le Royaume-Uni.

Liste des participants COST et des personnes ayant contribué à cette action COST et au présent rapport final :

Pays	Nom - bureau	Rôle dans le projet
BE	Arno Kerkhof, UITP – Brussels	MC, WG2
CZ	Jan Spousta, and Vlasta Rehnova CDV Jan Barchanek, DPP Prague operator	MC, WG3 WG3
FR	François Rambaud, Certu – Lyon Sébastien Rabuel, Nantes Métropole Damien Garrigue, Nantes Métropole Odile Heddebaut, IFSTTAR / DEST - Lille Claude Soulas, IFSTTAR / GRETTIA - Paris Claire Blanchard, Pierre Becquard – RATP Paris	Chair MC, Chair WG3 WG 4 MC, Chair WG1 Chair WG4 WG2 WG1
DE	Thomas Knoeller, Verkehrs und Tarifverbund Stuttgart	MC, WG4
GR	Zoi Christoforou, University of Athens	MC, WG3
IR	Brendan Finn, Dublin Anne Mc Elligott, Dublin City Ciaran Deburca, Dublin City / Belfast	MC, WG4 MC, WG1 WG2
IT	Giorgio Ambrosino, GA Consultancy - Livorno Domenico Gattuso, Mediterranea University of Reggio Calabria	MC, WG3 WG2
NL	Robert Jan Roos, Arcadis - Amersfoort	MC, WG1

---

	David Van der Speck, Amsterdam region	WG4
PT	Antonio Carlos Araujo, Carris - Lisbon Carlos Gaivoto, Carris - Lisbon Andre Remedio, consultancy unit engimind - Lisbon	MC, WG3 MC, WG4 WG1
RO	Doina Anastase, URTP – Bucharest	WG4
ES	Carlos Cristobal-Pinto, CRTM – Madrid Laura Delgado, CRTM - Madrid Oscar Sbert Lozano, former chair of UITP bus committee, Barcelona Maria Eugenia Lopez-Lambas, University UPM - Madrid Cristina Valdes, University UPM - Madrid Josep Mension, TMB operator - Barcelona	MC, WG1 WG1 MC, Chair WG2 WG4 WG4 WG3
SE	Sven-Allan Bjerkemo, Bjerkemo Konsult – Lund	MC, WG4
CH	Ulrich Weidmann, ETH Zurich Nelson Carrasco, ETH Zurich	MC MC, WG3
UK	Colin Brader, I.T.P. Ltd - London Nick Vaughan, Greater Manchester Melanie Watson, Greater Manchester Brian Masson, Multi Modal Transport Solutions Ltd	MC, WG4 MC, WG4 WG1 WG3

Un site Internet a été mis en place (nouvelle adresse [www.uitp-bhls.eu](http://www.uitp-bhls.eu)) ; il constitue la plateforme de travail de l'ensemble du groupe avec pour objectif la diffusion des résultats obtenus en cours de projet.

Liste des participants issus des différentes villes visitées et des experts externes invités :

Pays	Nom	Position
FR	Eric Chevalier Pierre Henry Emmengard Andre Douineau Thérèse Thiery Pierre Peran Catherine Goniot An Jeong-hwa Alain Cherbuis Elios Pascual Patrick Skrzypek Denis Marchand	Nantes Metropole – Head of technical services Consultant – La Rochelle Lorient city Mayor of Lanester (Lorient area) Lorient operator (Keolis) Rouen authority IFSTTAR - Paris SMTD Douai Responsible Marketing Strategic adviser in UITP (project EBSF) RATP – Paris Siemens transport
IR	Ian Winning	Cork city
ES	Eloisa Díaz de Diego Ricardo Pérez Cobo Mar Martínez Aparicio Amador Candel Alfredo López de la Fuente Raúl Talavera Francisco Álvarez	Technical Manager – Avanza Group - Madrid Interurban Transports Department CRTM - Madrid Valencia Authority D.G. de Transportes y Infraestructuras - Castellon Ministry of Public Works - Madrid MINTRA Engineer - Madrid COMAYPA (construction company) - Castellon)
SE	Johanna Duxbury and Per Ekberg Sverker Enström Andreas Ekberg, Magnus Lorentzon Roger Vahnberg Karl Kottenhoff Ingemar Lundin Mrs Ann-Mari Nilsson, Carl-Johan Sjöberg Håkan Lockby and Christian Rydén Kerstin Gustavsson	AB Storstockholms Lokaltrafik (SL) - Stockholm AB Storstockholms Lokaltrafik (SL) - Stockholm Skånetrafiken - Malmö Västtrafik – Gothenburg vice MD of Västtrafik - Gothenburg KTH Royal Institute of Technology - Stockholm Lundinkonsult Municipal mayor, Head Technical department - Jönköping MD, Jönköpings Länstrafik Lund municipality Head of Street and Traffic department in Malmö
FI	Mari Siikonen Antti Vuorela	WSP Design Studio - Helsinki PT Planning Department - HSL Helsinki Region
DE	Volker Deutsch and Carmen Hass-Klau Christian Pieper Ute Koppers-Messing Bernhard Nickel Hans Ahlbrecht Wolfgang Marahrens	University Wuppertal Stadtwerke Oberhausen AG (STOAG) Stadtwerke Oberhausen AG (STOAG) Verband Deutscher Verkehrsunternehmen - Köln EVAG Essen Hamburger Hochbahn AG

IT	Maria Luisa De Maio; Giulio Ferraro Antonio Lugarà; Salvatore Napoli Massimo Galante ; Antonio Restuccia Domenico Tramontana Roberto Degani, Renzo Craperi Nicola Danesi Alessio Vannucci Lorenzo Bettini Ezio Castagna	Mediterranea University of Reggio Calabria Mediterranea University of Reggio Calabria Mediterranea University of Reggio Calabria Mediterranea University of Reggio Calabria ATM – PT Company of the Milano City Brescia Trasporti - PT Company of the Brescia city CPT – PT Company of the Pisa city CTT – Toscana Transport Company UITP – Bus committee chairman 2007 - 2011
NL	Patrick Zootjies Maarten Post Eric Heerschop and Paul Eradus Walter Brands Jasper Hink Pim Kuipers Jean H.G Jacobs Herman Scholts	Twente Agglonot Arriva – Waterland - Amsterdam Almere - City Almere - City Stadsregio Amsterdam Stadsregio Amsterdam GVU NV - Utrecht GVU - Utrecht
PT	João Vieira	Transport and environment expert - TIS consultants
UK	David George Colin Evans Kevin Hawkins Bob Menzies Maude Dean Sheila Anderson	Fastrack Project Manager, Kent Thameside Kent Thameside Regional Commercial Director - Arriva Cambridgeshire Guided Busway First West & North Yorkshire – Leeds Firstgroup - Manchester
CH	Rene Aeberhard Susanne Reumüller Pascal Lippmann Daniela Willimann Christian Trölller Ruedi Ott	Operator (Zurich) Operator (Zurich) Operator (Zurich) Operator (Lucerne) Trapeze ITS - Lucerne Head of Transport Planning, City of Zurich
AR	Claudio Varano	UITP Latin American Division
USA	Professor Vukan R. Vuchic	University of Pennsylvania



*Le groupe de l'action COST BHLS*

*Gare d'Almere(NL) – panneau d'information de grande dimension particulièrement visible de loin*

---

# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Politiques de l'UE relatives aux enjeux de mobilité urbaine .....</b>	<b>11</b>
1.1.1 Tendances relatives à la consommation énergétique dans les transports .....	11
1.1.2 Quelques réflexions européennes sur la mobilité urbaine durable .....	12
<b>1.2 La mobilité, des questions à résoudre.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Action COST BHNS : contexte, objectifs et partenariats.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Contenu de cette publication .....</b>	<b>16</b>
<b>2. LES BHNS DANS UNE FAMILLE DE SOLUTIONS FONDEES SUR LE BUS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Le BHNS parmi les solutions de transport fondées sur le bus .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Définition d'un « système » fondé sur le bus, première approche.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Cadre adopté pour décrire les BHNS d'Europe .....</b>	<b>26</b>
<b>3. ANALYSE DES EXPERIENCES EUROPEENNES DE BHNS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Planification et processus de décision (par le GT4).....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Contexte urbain (par le GT4).....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Enjeux sur le sous-système infrastructure (par le GT1) .....</b>	<b>38</b>
3.3.1 Les voies de circulation observées .....	39
3.3.2 Mesures de priorité aux carrefours .....	51
3.3.3 Conception des stations / arrêts .....	53
3.3.4 Configurations de voies réservées flexibles, inhabituelles ou innovantes.....	57
3.3.5 Rôle des outils « infrastructure » dans la performance générale du système .....	59
3.3.6 Insertion / amélioration / intermodalité urbaine .....	59
3.3.7 Coûts d'infrastructure.....	60
<b>3.4 Enjeux sur le sous-système matériel roulant (par le GT2).....</b>	<b>63</b>
3.4.1 Analyse des aspects qualitatifs .....	63
3.4.2 Analyse des aspects quantitatifs .....	72
3.4.3 Vélos à bord des bus : quelques notions fondamentales .....	78
3.4.4 Coûts d'investissement des véhicules .....	79
3.4.5 Aspects à prendre en compte pour le choix du véhicule .....	81
<b>3.5 Enjeux sur le sous-système « exploitation » (par le GT3) .....</b>	<b>84</b>
3.5.1 Les STI : tendances et influences sur les performances atteintes .....	85
3.5.2 Gestion de la qualité : indicateurs et tendances observés.....	91
3.5.3 Bénéfices constatés.....	101
3.5.4 Choix observés en matière d'identification.....	104
3.5.5 Comparaison des différentes approches « système » .....	105

---



---

3.5.6	Composants essentiels de la sphère exploitation.....	110
3.5.7	Principaux indicateurs clés de performance pour le contrôle d'un BHNS.....	112
3.5.8	Exigences conflictuelles et compromis observés .....	113
3.5.9	Enquête sur les méthodes d'exploitation et les outils « support » .....	115
<b>3.6</b>	<b>Enjeux socio-économiques et de réseau (par le GT4).....</b>	<b>117</b>
3.6.1	Définir la notion de « haut niveau de service » .....	117
3.6.2	Contexte financier et économique .....	119
3.6.3	Contexte social .....	121
3.6.4	Résultats de l'enquête du GT4 sur les conditions de mise en œuvre du BHNS.....	123
3.6.5	Pratiques de mise en œuvre .....	125
3.6.6	Résultats issus des 35 études de cas de BHNS .....	128
<b>3.7</b>	<b>Le BHNS parmi d'autres solutions: perspectives à l'issue de 40 ans de recherche et de développement dans le domaine des transports publics .....</b>	<b>138</b>
<b>4.</b>	<b>RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS DE RECHERCHE .....</b>	<b>143</b>
<b>4.1</b>	<b>Expérience acquise sur la préparation et la mise en œuvre de BHNS.....</b>	<b>143</b>
4.1.1	Obstacles potentiels à la mise en œuvre du BHNS .....	145
4.1.2	Défis techniques relatifs à la mise en œuvre du BHNS.....	146
4.1.3	Défis de conception et de mise en œuvre relatifs aux BHNS.....	148
<b>4.2</b>	<b>Recommandations ou messages à l'attention des élus et des décideurs techniques.....</b>	<b>150</b>
4.2.1	Recommandations à l'échelle européenne ou nationale .....	151
4.2.2	Recommandations au niveau régional et urbain.....	153
<b>4.3</b>	<b>Propositions en matière de recherche .....</b>	<b>155</b>
<b>5.</b>	<b>COMMENT INTRODUIRE UN CONCEPT BHNS .....</b>	<b>159</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>162</b>
<b>7.</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>166</b>
<b>7.1</b>	<b>Résumé des études de cas.....</b>	<b>166</b>
7.1.1	Ligne 213 – Prague.....	166
7.1.2	Busway – Nantes .....	168
7.1.3	Trans-Val-de-Marne – Paris (RATP).....	171
7.1.4	TEOR – Rouen .....	173
7.1.5	Triskell – Lorient.....	176
7.1.6	Ligne 5 du MetroBus – Hambourg.....	178
7.1.7	Ligne ÖPNV-Trasse (PT-way) – Oberhausen.....	180
7.1.8	Ligne Spurbus (bus à guidage par bordure) – Essen .....	182
7.1.9	Ligne Quality Bus Corridor (QBC) de Malahide Road - Dublin .....	184
7.1.10	Réseau LAM – Brescia.....	187
7.1.11	Réseau LAM – Prato .....	189
7.1.12	Lignes Zuidtangent – Amsterdam .....	191
7.1.13	Projet d'Almere – Pays-Bas .....	193
7.1.14	Projet de Twente – Pays-Bas.....	196
7.1.15	Corridor Junqueira / 24 de Julho – Lisbonne .....	199
7.1.16	Ligne TVRCAS – Castellón.....	201
7.1.17	Ligne de bus n° 16 – Göteborg.....	203

---

---

7.1.18	Réseau de bus principal – Stockholm.....	205
7.1.19	Réseau structurant – Jönköping.....	207
7.1.20	Ligne de trolleybus n° 31 - VBZ Zurich .....	210
7.1.21	Projet Fastrack - Kent Thameside .....	212
7.1.22	Système de bus guidé – Cambridge.....	214
7.1.23	BUS-HOV – la section bus et covoiturage - Madrid.....	217
<b>7.2</b>	<b>Acronymes.....</b>	<b>219</b>
<b>7.3</b>	<b>Glossaire des termes techniques et des concepts.....</b>	<b>219</b>
7.3.1	Termes relatifs à l'infrastructure.....	219
7.3.2	Termes relatifs au matériel roulant.....	221
7.3.3	Termes relatifs à l'exploitation, aux STI et à la stratégie d'identification.....	221
<b>7.4</b>	<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>222</b>
<b>7.5</b>	<b>Contenu du CD.....</b>	<b>223</b>



*Sud parisien : le Trans-Val-de-Marne (TVM), première ligne périphérique très empruntée, ici au niveau de l'ancienne portion inaugurée en 1993*

---

---

# 1. Introduction

L'Europe a vu l'émergence d'une nouvelle vague « bus de qualité ». Ils sont aujourd'hui appelés sous le vocable « Bus à Haut Niveau de Service » (BHNS). Un grand nombre de leurs caractéristiques sont déjà familières : priorité accordée aux bus dans la circulation, véhicules de qualité supérieure, confort des arrêts amélioré, information des voyageurs plus complète, achat de tickets intégré, systèmes de transport intelligents pour améliorer la gestion et la planification des opérations, etc. Trois aspects principaux distinguent cependant les BHNS des approches conventionnelles :

- Les éléments caractéristiques de la solution sont associés selon une approche holistique afin de parvenir à une amélioration du produit dans son ensemble plutôt que de se contenter de l'amélioration d'aspects spécifiques.
- Le BHNS est généralement abordé comme un concept auquel est attribuée une identité distincte pour permettre une commercialisation marquée.
- Les BHNS s'inscrivent en général dans une politique ou des objectifs stratégiques d'urbanisme ou de transport et ne se résument pas à des améliorations techniques ou opérationnelles.

Ce rapport décrit le contexte dans lequel les BHNS et d'autres améliorations relatives à la mobilité urbaine sont développés, les concepts et les différentes approches des BHNS ainsi que la richesse de l'expérience européenne en la matière dans des domaines variés (infrastructures, véhicules, opérations, impacts). Il s'achève sur des recommandations adressées aux décideurs et aux professionnels à l'échelle européenne, nationale et locale. Le chapitre 7 propose un résumé de deux pages correspondant à 20 différents projets européens de BHNS. Ce rapport s'accompagne d'un CD contenant les principaux documents de travail thématiques ainsi qu'une description plus détaillée de chaque projet de BHNS.

*Le BHNS  
comme concept  
pour une  
politique  
urbaine et de  
transport.*

Afin d'accompagner le lecteur avant d'aborder la description des concepts de BHNS et du contexte en matière de politique, nous proposons tout d'abord une présentation de la chaîne logique étendue d'un système de BHNS typique, ou en d'autres termes, des résultats obtenus par les BHNS et des raisons pour lesquelles ils peuvent constituer une réponse aux défis posés en matière d'urbanisme et de mobilité :

- Les mesures de priorité accordées aux bus, l'amélioration des voies de circulation et des véhicules de qualité supérieure permettent au bus d'offrir des services rapides et fiables.
- La grande qualité des véhicules, l'amélioration des arrêts de bus, l'information aux voyageurs et de nombreuses autres caractéristiques permettent de proposer un confort accru et des conditions de transport attractives.
- L'ajustement des itinéraires et des services permet une meilleure connexion avec le réseau existant.
- Grâce à l'amélioration combinée de l'exploitation, du confort et des services, associée au soutien fourni par le marketing et une stratégie d'identification, le bus se repositionne comme un produit de haute qualité.
- Tous ces facteurs attirent de nouveaux clients vers les transports en commun et favorisent la fidélisation des clients existants.
- Ceci conduit à un délaissement de la voiture particulière au profit des transports en commun. Ce changement de mode de transport aboutit à une réduction des déplacements et des véhicule-kilomètres réalisés en voiture.
- Cela se traduit à son tour par une réduction de la consommation en carburant ainsi que des émissions de gaz à effet de serre et d'autres émissions nocives au niveau local.

- 
- Les émissions provenant des bus sont également réduites, d'une part parce qu'ils sont désormais en mesure de fonctionner selon un cycle de conduite optimal et d'autre part à grâce aux investissements réalisés dans des véhicules neufs plus propres.
  - Le perfectionnement des transports publics améliore la mobilité et la qualité de vie des citoyens, en particulier les personnes à mobilité réduite, les demandeurs d'emploi et la population menacée d'exclusion sociale.
  - Dans la plupart des systèmes BHNS, l'occasion est saisie de faire évoluer l'environnement d'accueil en procédant à des améliorations du paysage urbain et en procédant à des aménagements cyclables et pédestres.
  - L'intégralité des systèmes BHNS connaît une augmentation de la fréquentation qui, lorsqu'elle s'accompagne d'une réduction des coûts unitaires, contribue à une meilleure viabilité financière des transports publics.

## 1.1 Politiques de l'UE relatives aux enjeux de mobilité urbaine

Sur le plan politique, quelques problématiques clés correspondent à des préoccupations européennes d'importance :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre, en particulier dans le secteur des transports.
- Utilisation rationnelle et efficace du carburant et sécurisation de son approvisionnement à long terme.
- Mobilité efficace et durable dans les aires urbaines ou non.
- Qualité de vie dans l'ensemble des communautés européennes.
- Équité sociale et protection des personnes menacées d'exclusion.

La politique européenne des transports faisant par ailleurs l'objet d'une documentation très riche, la présente section n'aborde pas tous ces aspects. Nous avons préféré nous focaliser sur les enjeux relatifs à la consommation énergétique et à la mobilité urbaine.

### 1.1.1 Tendances relatives à la consommation énergétique dans les transports

Parmi les sources d'émissions de gaz à effet de serre, le secteur des transports est celle dont la croissance est la plus forte<sup>2</sup>. Jusqu'à présent tout au moins, les progrès réalisés par les constructeurs automobiles en matière de consommation de carburant ne permettent pas de compenser le nombre croissant de propriétaires de voitures et des kilomètres parcourus avec ce mode de transport. Contrairement à d'autres secteurs, la croissance inexorable des émissions de GES issues des transports doit avant tout être ralentie puis stoppée. C'est seulement alors que des progrès pourront être réalisés vers le respect des objectifs de réduction de GES. Une évolution des habitudes et des modes de déplacement, ainsi que des émissions associées à chacun de ces modes, est pour cela nécessaire. Les transports en commun ont un rôle fondamental à jouer dans la réalisation de ces objectifs, sans oublier la contribution majeure que peuvent apporter les déplacements à pieds et à vélos pour les trajets plus courts.

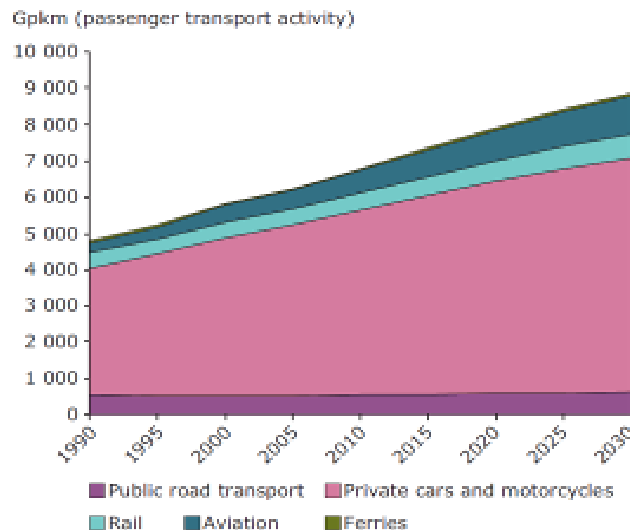
Déclarer que les politiques relatives aux gaz à effet de serre dans les transports devront s'appuyer sur une combinaison de gestion de la demande (c. à d. des politiques tendant à freiner l'utilisation des voitures particulières en restreignant l'accès aux centres-villes et en appliquant des mesures de taxation de la congestion, des politiques relatives au

*Les TC : un outil efficace face aux enjeux de consommation d'espace et d'énergie.*

---

<sup>2</sup> Transport Outlook 2010: The Potential for Innovation — © OECD/ITF 2010

stationnement, etc.) et d'évolution technologique est un lieu commun. Mais quelle importance chacun de ces éléments généraux revêt-il ? Toute réponse à cette question, même approximative, est importante, car elle contribue à déterminer les priorités à adopter en matière de politique. Cet aspect est particulièrement important en ce qui concerne l'innovation, qui doit être à l'origine de la « boîte à outils » des futures solutions. Les priorités retenues seront propres à chaque pays, voire même à chaque ville dans un pays donné. Dans un contexte mondialisé, les économies à forte croissance (les BRICS) ont un rôle essentiel à jouer dans l'évolution des émissions de GES. Les économies avancées, notamment en Europe, dont le potentiel de croissance est limité, doivent cependant montrer la voie pour la constitution de communautés plus durables ; il leur revient également de financer les premières tentatives tout en faisant la démonstration des résultats atteignables.



Source: EC, 2007.

Figure 1 : Estimation de la demande des voyageurs pour l'Europe des 25, source : Agence européenne pour l'environnement (2010)

Les perspectives d'atténuation suggérées dans le rapport (TERM AEE 2009) incluent un ensemble d'options techniques et non-techniques, telles qu'abordées dans H. Dalkmann et C. Brannigan (2007). L'ouvrage propose une combinaison de trois approches distinctes : « avoid, shift and improve » (éviter, remplacer, améliorer, ASI). Les transports en commun sont donc véritablement un outil essentiel pour parvenir à cet objectif.

Il existe déjà une prise de conscience de l'enjeu que constituent les démarches de résolution du problème du réchauffement climatique et de son impact, qui devrait augmenter dans les prochaines années. Les villes et les sociétés sont conscientes des décisions qu'il convient de prendre afin de s'attaquer au problème, la plupart étant de nature financière. La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> constitue une priorité afin de limiter leur impact.

### 1.1.2 Quelques réflexions européennes sur la mobilité urbaine durable<sup>3</sup>

Bien que l'Union européenne ait développé son propre champ d'intervention au niveau des politiques de transport, elle ne s'implique pas dans les problématiques urbaines. Cette situation est due au respect du principe de subsidiarité (c. à d. l'exercice local de la prise de décision et des responsabilités) appliqué à la planification et aux politiques de transport. Cependant, suite aux recommandations issues de la révision à mi-parcours de la politique

<sup>3</sup> Par Odile Heddebaut (issues des actes de la conférence 2CIMO (mobilité citoyenne), Madrid, sept. 2008)

---

européenne, l'UE a entrepris une consultation publique à grande échelle. Celle-ci élaborait des possibilités d'action dans le domaine de la planification des transports urbains. La Commission européenne a publié en 2007 un livre vert intitulé « Vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine » (CE, 2007a), qui propose des actions dans le cadre desquelles l'Europe pourrait agir au niveau local. La structure de cette réflexion, qui s'appuie sur 25 questions, a servi de base au lancement d'un processus de consultation publique en 2008.

La principale préoccupation de l'Europe est de fournir de la valeur ajoutée aux autres niveaux de gouvernance dans le domaine de la planification urbaine. Celle-ci peut prendre différents visages, notamment « promouvoir l'échange de bonnes pratiques à tous les niveaux, accompagner la définition de normes communes et l'harmonisation des normes, offrir un soutien financier (...), favoriser la recherche, simplifier la législation et, dans certains cas, abroger des législations existantes ou en introduire de nouvelles ». Les propositions de la Commission européenne pour le Fonds de cohésion et les fonds attribués à la période 2007-2013 décrivent les aides possibles dans les aires urbaines afin d'encourager la mise en œuvre de plans de déplacement urbains (CE, 2007b). Dans sa dernière partie, l'article aborde des enjeux développés au niveau européen et illustre la manière dont ils sont pris en compte localement dans les aires urbaines.

Dans son livre vert publié en 2007, l'Europe considère « qu'une coordination entre les autorités pourrait être utile pour relever les défis de la mobilité urbaine ». Elle recommande en outre le développement d'une approche spécifique consistant à « intégrer plusieurs secteurs d'activité, tels que la planification urbaine, les affaires économiques et sociales, le transport » et la mise en œuvre de « plans de mobilité englobant toute la conurbation métropolitaine ». « Des structures d'organisation adaptées devaient être mises en place pour faciliter la définition et l'exécution de ces plans ». Le livre vert de l'UE recommande d'encourager la co-mobilité et l'inter-mobilité, d'améliorer les connexions entre les différents modes de transport et de promouvoir des solutions de transport efficaces et plus propres. Enfin, l'Union européenne souhaite poursuivre et encourager les échanges de meilleures pratiques dans ce domaine.

Ces derniers points encouragent l'analyse du concept de BHNS et de ses meilleures pratiques en Europe, afin de remplir les objectifs d'amélioration de la mobilité urbaine durable et des transports publics urbains et interurbains dans le contexte général de la mobilité européenne. Le contexte de référence étendu est fourni, entre autres, par les indications de politique européenne générales suivantes :

- Commission européenne, (2001) « La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix », Livre blanc COM (2001) 370 final, septembre, 124 p.
- Commission européenne, (2005), « Stratégie thématique sur l'environnement urbain », COM (2005) 718 final, janvier 2006
- Commission européenne, (2006), « Pour une Europe en mouvement - Mobilité durable pour notre continent », examen à mi-parcours du livre blanc sur les transports publié en 2001 par la Commission européenne, COM (2006) 314 final, juin
- Commission européenne, (2007a), « Vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine », COM (2007) 551 final, 25 septembre
- Commission européenne, (2007-b), « Plans de transports urbains durables », rapport technique 2007/018, septembre, 18 p.
- Communication de la CE (2009), « Un avenir durable pour les transports ».

## 1.2 La mobilité, des questions à résoudre

Les émissions de GES et la consommation de carburant sont des enjeux européens et mondiaux ; ils comptent à juste titre parmi les préoccupations d'institutions internationales, intergouvernementales et nationales. Leur problématique : faire face aux conséquences entraînées par la satisfaction de la demande de mobilité.

La mobilité constitue en elle-même une priorité de premier ordre. Elle représente également un domaine d'intérêt privilégié pour l'UE, car elle se rapporte au fonctionnement efficace de l'économie et de la société de l'Union européenne. C'est au niveau national et local que l'intérêt pour la mobilité est le plus important, en particulier dans les aires urbaines, qui souffrent le plus de la congestion et de son impact direct sur les citoyens, sur les affaires et sur la qualité de vie. Malgré la présence de systèmes de transport intensifs et établis de longue date dans toutes les villes européennes, de nombreuses questions relatives aux besoins de mobilité restent en suspens.

Les points qui suivent mettent en évidence les besoins généraux auxquels il convient de répondre en ce qui concerne les différents problèmes de circulation :

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Structuration et habilitation des TC dans les hypercentres correspondant au besoin de réduire le volume et l'impact de la circulation des voitures particulières tout en améliorant l'accessibilité. Cet enjeu entraîne des répercussions sur les dispositions relatives à la circulation mises en œuvre dans les centres-villes, telles que la séparation des voies, la priorité aux carrefours, la réduction de la capacité de trafic pour les voitures particulières, la réduction du stationnement automobile destiné aux migrants journaliers, etc.</li> </ol> | <p><i>Lignes structurantes</i></p>                       |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2 Amélioration de l'aménagement urbain, lié au contrôle de l'usage du sol dans les aires non urbaines, accès aux anciennes zones industrielles ou portuaires grâce à la programmation de nouveaux développements tels que la régénération à l'aide de centres commerciaux, de centres de loisirs, de nouveaux campus universitaires, d'hôpitaux ou d'autres nouvelles mises en œuvre d'infrastructures, au sein desquels priorité est donnée aux TC à haute capacité dès la phase de planification du projet.</li> </ol>  | <p><i>Projet de restructuration ou de conversion</i></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>3 Veiller à accorder la priorité aux TC pour l'accès aux hypercentres depuis les espaces périurbains et régionaux, parfois même en utilisant les anciennes voies de chemin de fer privées inutilisées, dès que cette priorité dans l'espace urbain (rues, avenues) est confrontée à une opposition.</li> </ol>  | <p><i>Accès au centre-ville</i></p>                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>4 Réduction des besoins de déplacements sur un réseau radial existant grâce à de nouvelles lignes orbitales reliant directement les pôles d'attraction existants et nouvellement planifiés situés hors centre-ville.</li> </ol>   | <p><i>Amélioration du réseau</i></p>                     |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>5 Dans les aires métropolitaines très peuplées, les systèmes de BHNS de surface semble constituer une solution lorsque les réseaux de TC existants sont saturés.</li> </ol>   | <p><i>Amélioration de l'intermodalité</i></p>            |

### 1.3 Action COST BHNS : contexte, objectifs et partenariats

Le secteur européen du bus a une longue tradition d'innovation et de développement. Les systèmes précurseurs du BHNS ont fait l'objet d'un développement approfondi en Europe (voir chapitre 2 suivant). Cependant, il convient de noter que, dans la majorité des cas, leur intégration pâtissait d'un certain nombre de défauts et n'était pas abordée de manière globale. La principale innovation des BHNS consiste en une intégration des différents éléments du produit bus et son repositionnement marqué. Parallèlement, la notion de « Bus Rapid Transit » est apparue hors des frontières de l'Europe en s'appuyant sur une philosophie équivalente, plus large, voire même différente<sup>4</sup>. Son but était également de proposer une solution de transport de masse imitant les systèmes fondés sur le métro/chemin de fer.

Le premier système de « Bus Rapid Transit » (BRT) reconnu a été inauguré en 1974 à Curitiba, au Brésil. Dépourvu de STI (systèmes de transport intelligents), il a été mis en œuvre afin de proposer des déplacements en bus efficaces et rationnels dans une ville connaissant une croissance très rapide. D'autres systèmes efficaces ont suivi, notamment celui d'Ottawa (Canada), mis en service en 1983, ou de Quito (Équateur), inauguré en 1994.

<sup>4</sup> Différentes opinions ont été exprimées dans le groupe ; le chapitre 2.1 propose une analyse de ces différences. Quoi qu'il en soit, le contexte local de mise en œuvre exerce une influence importante.

---

Ces derniers faisaient bien plus largement appel aux STI. Les États-Unis adoptent le concept de BRT dans les années 90 et rédigent leur premier guide en 2004 (mis à jour récemment). À l'heure actuelle, le BRT le plus impressionnant, dont la capacité est la plus importante, est implanté à Bogotá (Colombie) depuis 2000 sous le nom de Transmilenio. Les villes de Canton (Chine) et d'Istanbul (Turquie) disposent également de systèmes BRT à très haute capacité.

Où les systèmes BRT et BHNS sont-ils les plus efficaces ? À quel marché et à quel type de ville ce concept est-il le plus adapté et le plus abordable ? En outre, est-il en mesure de véritablement concurrencer le marché ferroviaire ? Voilà les enjeux auxquels sont confrontées des villes du monde entier. La solution miracle n'existe pas. Chaque ville fait face à son lot de problèmes et d'opportunités spécifiques dans un contexte de mise en œuvre qui lui est propre.

En Europe, l'amélioration du mode bus s'est déroulée selon des principes de base similaires, chacun étant identifié par un nom ou un acronyme spécifique : en Suède (sous le nom de « trunk network » à Stockholm), au Royaume-Uni et en Irlande (« Quality Bus Corridor »), en France (BHNS, « Bus à Haut Niveau de Service »), en Allemagne et en Espagne sous le nom de « Metrobus », aux Pays-Bas sous l'acronyme « HOV concept » (« Hoogwaardig Openbaar Vervoer » signifiant « transports publics haute qualité », adoptant une approche intermodale forte) et en Italie sous le nom de « LAM » (Linea Alta Mobilità).

Afin de comprendre l'évolution de ces systèmes et quelle serait leur meilleure mise en application au contexte urbain et économique européen, une action COST, appelée

### ***Bus à haut niveau de service***

#### *Caractéristiques fondamentales et recommandations pour la prise de décision et la recherche*

a été approuvée en avril 2007 avec un délai de mise en œuvre de 4 ans entre octobre 2007 et fin 2011.

Le groupe a réuni des représentants de 14 pays pour parvenir aux principaux objectifs suivants :

- *Partager et analyser les meilleures pratiques actuelles dans le domaine, mettre en évidence nos résultats clés ainsi que les limites et les difficultés liées au lancement de tels projets de BHNS.*
- *Publier notre vision grâce à des recommandations destinées aux décideurs ainsi qu'à la recherche européenne sur le mode bus.*
- *Faciliter l'échange de connaissances sur les BHNS*
- *Contribuer au projet de R&D européen sur le système bus (EBSF) – [www.ebsf.eu](http://www.ebsf.eu).*

Afin d'optimiser l'organisation du travail, cette action COST s'est répartie en quatre phases (WP – workpackage) et 4 groupes de travail (GT ou WG), illustrés dans la figure 2. Les 3 premiers GT ont pris en charge l'ensemble des composants du système, tandis que le quatrième s'est penché sur les problématiques d'évaluation et sur les différents impacts du système dans son ensemble.

Dans le cadre de ce qui constitue la première étape de l'établissement de meilleures pratiques, chaque pays membre a été invité à identifier ses meilleures expériences en matière de bus. Chacun a mis en évidence au moins un exemple, et au-delà de 1, en veillant à adopter différentes approches afin d'illustrer le large éventail des possibilités d'ores et déjà disponibles. La sélection des meilleures expériences a été laissée à l'appréciation de chaque pays.



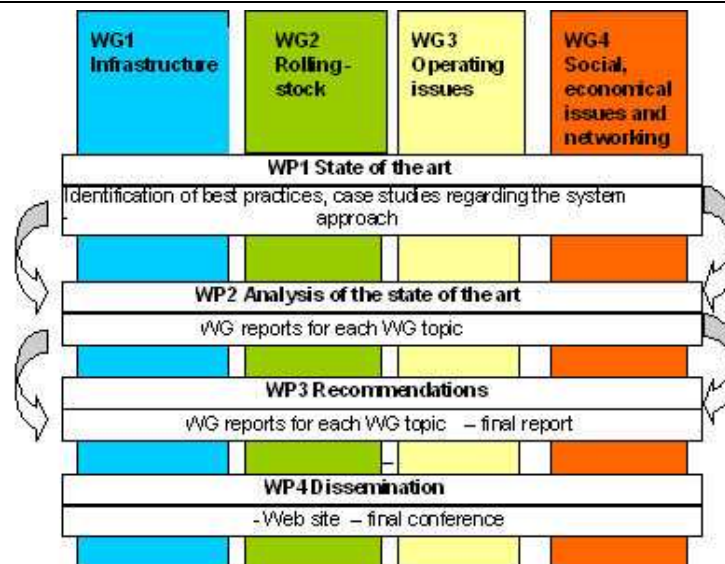


Figure 2 : Organigramme des groupes de travail et différentes phases du projet

Président: François Rambaud <a href="mailto:Francois.Rambaud@developpement-durable.gouv.fr">Francois.Rambaud@developpement-durable.gouv.fr</a>		Vice président: Carlos Cristobal Pinto <a href="mailto:carlos.cristobal@ctm-comadrid.com">carlos.cristobal@ctm-comadrid.com</a>		
	WG1	WG2	WG3	WG4
Président de groupe	Damien Garrigue François Rambaud	Oscar Sbert Lozano <a href="mailto:oscar.sbert@enginyers.net">oscar.sbert@enginyers.net</a>	François Rambaud	Odile Heddebaut <a href="mailto:odile.heddebaut@ifstar.fr">odile.heddebaut@ifstar.fr</a>
COST Officer : Thierry Goger - Brussels (Belgium) - <a href="mailto:tgoger@cost.esf.org">tgoger@cost.esf.org</a>				

D'une part, il n'existait pas de définition précise du BHNS au lancement de l'état de l'art. D'autre part, le degré de liberté accordé à chaque pays membre a permis la sélection de systèmes avec une approche partielle ou un niveau inférieur intéressant. Cette méthode a finalement permis de mettre en évidence un grand nombre d'idées et de techniques inconnues ailleurs. De nombreux enseignements ont ainsi pu être tirés, les participants disposant désormais d'une connaissance plus vaste et plus exhaustive du concept de BHNS.

Huit réunions plénières (rassemblant tous les GT) comprenant des visites techniques ont été organisées. Celles-ci se sont déroulées, dans l'ordre, à Dublin, Nantes (avec des visites à Lorient et Paris), Madrid (visite à Castellón), Stockholm (visites à Jönköping et Lund), Hambourg (visites à Oberhausen et Essen), Manchester (visites à Kent et Cambridge), Amersfoort (visites à Enschede, Almere, Plumerend et Amsterdam), et Zurich (visite à Lucerne).

D'autres réunions spécifiques ont également fourni l'occasion de visiter d'autres cas de BHNS, notamment à Lisbonne, Prague, Utrecht, Douai, Lille et Göteborg, ainsi que des usines de bus à Saint-Jacques-de-Compostelle et Helmond.

Au total, 35 cas ont été décrits et analysés, 26 d'entre eux ayant fait l'objet d'une visite à l'occasion de ces réunions (tous étaient en service, à l'exception du système de bus guidé de Cambridge, inauguré en août 2011). Ces études ont abouti à la collecte d'une quantité importante de données. Celles-ci sont récapitulées dans le fichier au format .xls appelé « master data » disponible sur le CD joint à cet ouvrage.

*35 cas décrits,  
dont  
26 visites.*

## 1.4 Contenu de cette publication

Ce document constitue le rapport final présentant les principaux résultats auxquels cette action COST a abouti. Il se compose de 7 parties (y compris le présent chapitre) et d'un CD :

- 
- *Chapitre 2 : définitions et outils méthodiques rédigés pour l'action.*
  - *Chapitre 3 : analyse des informations rassemblées sur l'état de l'art, résultats des 4 groupes de travail impliqués.*
  - *Chapitre 4 : recommandations et propositions de champs de recherche pour les décideurs.*
  - *Chapitre 5 : mise en évidence de quelques points essentiels pour les planificateurs de BHNS.*
  - *Chapitre 6 : conclusion*
  - *Chapitre 7 : annexe regroupant 21 résumés de systèmes de BHNS visités.*

Le CD ci-joint contient le présent ouvrage, l'ensemble des résumés des expériences ainsi que les présentations recueillies lors des ateliers. Son contenu est détaillé au chapitre 7.5.

Le lectorat ciblé correspond aux décideurs européens de l'urbanisme et des transports de tous horizons, mais également aux chercheurs impliqués dans des problématiques urbaines ou techniques relatives aux politiques de transport public, à la planification et à la mise en œuvre de projets de transport.



*Ligne rouge Zuidtangent à Amsterdam : un pôle d'échange impressionnant avec l'aéroport Schiphol, des lignes secondaires, des taxis et une gare ferroviaire*

---

## 2. Les BHNS dans une famille de solutions fondées sur le bus

Depuis les années 1990, on peut observer la mise en œuvre d'améliorations structurées des systèmes de bus dans toute l'Europe. Ces systèmes sont aujourd'hui connus sous le nom de « bus à haut niveau de service » (BHNS), bien que les différents pays européens aient adopté des noms ou des acronymes distincts lors du développement de ce concept. Ces différents pays ont suivi la même approche « systémique » visant à augmenter aussi bien la fréquentation du bus que sa qualité de service tout en adaptant l'offre relative au bus au contexte urbain et économique de l'Europe.

### 2.1 Le BHNS parmi les solutions de transport fondées sur le bus<sup>5</sup>

Le secteur européen du bus a une longue tradition d'innovation et de développement. Certaines idées sont nées d'améliorations novatrices dont bénéficient les usagers dans leur expérience de déplacement. Un grand nombre d'entre-elles ont été conçues en réponse à la croissance incessante de la congestion et de l'invasion de la voiture particulière, qui viennent toutes deux empiéter sur l'environnement d'exploitation du bus et sa part de marché.

Les systèmes précurseurs du BHNS ont fait l'objet d'un développement approfondi en Europe. Dès les années 1970, les environnements d'exploitation ont fait l'objet d'améliorations : couloirs bus, chaussées réservées au bus, gestion du trafic comme mesure d'assistance aux bus, priorité aux bus et aux trams aux feux de signalisation et contrôle du stationnement. Les systèmes de conduite d'opérations (p. ex. AVL/SAE), également en cours de développement dès les années 1970, deviennent très répandus dans les années 1980 et évoluent vers les systèmes de transport intelligents (STI) au cours des vingt dernières années. L'évolution des systèmes de billettique suit une chronologie similaire ; ceux-ci s'accompagnent des concepts de tarif intégré et des autorités régionales compétentes en matière de tarif. L'amélioration des informations aux usagers et du marketing, la formation des conducteurs et un meilleur service client comptent désormais parmi les services considérés comme courants plutôt qu'optionnels.

Cependant, il convient de noter que, dans la majorité des cas, les différents éléments n'ont pas été pas intégrés selon une approche globale. Avant l'avènement du BHNS, les solutions mises en œuvre tentaient souvent de résoudre les problèmes liés à la détérioration de l'environnement d'exploitation et aux pertes de fréquentation. Elles avaient tendance à répondre aux problèmes ou aux opportunités sans entreprendre un repositionnement total du produit bus. La principale innovation des BHNS consiste en une intégration des différents éléments du produit bus et son repositionnement marqué.

Simultanément, des évolutions distinctes, fondées sur une philosophie différente, étaient en cours hors de l'Europe. Les systèmes précurseurs de la notion de « Bus Rapid Transit » visaient en effet un objectif assez différent. Contrairement à leurs pendants européens, ils ne se contentaient pas d'essayer de rétablir des conditions d'exploitation révolues. Ils cherchaient à fournir un environnement ou une expérience de déplacement de meilleure qualité, et à envisager le bus comme un moyen de transport de masse dans la veine des systèmes fondés sur le métro/les chemins de fer.

*Le BHNS permet de repositionner le produit bus avec assurance.*

---

<sup>5</sup> Tiré de l'article Heddebaut, O., Finn, B., Rabuel, S., Rambaud, F., The European Bus with a High Level of Service (BHLS): Concept and Practice, p307-316 in Lloyd Wright editor "Bus Rapid Transit: A public renaissance, *Built Environment*, Vol 36 Number 3, November, 2010.

---

## Développement du concept de BRT en Amérique du Nord

Les villes nord-américaines se sont développées en périphéries diffuses et de faible densité qui ne sont pas propices au transport de masse. En effet, le nombre croissant de propriétaires de voitures a conduit à la construction d'autoroutes d'envergure plutôt qu'au développement de réseaux ferrés ou de transport collectif. Dans un tel contexte, le concept de BRT s'est tout d'abord concrétisé sous la forme de couloirs bus appelés « busways ». Leur objectif était alors d'améliorer les services de bus et de faciliter l'accès aux hypercentres (Los Angeles en 1973 et 1979, Houston en 1979). Aux États-Unis néanmoins, ces couloirs ont souvent été transformés en voies réservées au covoiturage. Cette solution, mise en œuvre en réponse à la crise pétrolière, a nuit aux performances des bus<sup>6</sup> en raison de la disparition de voies leur étant réservées.

Les projets de BRT sont réapparus dans les années 1990 en se focalisant sur la vitesse. Le concept de BRT a été défini en 2002 par Levinson et al. comme un « mode de déplacement rapide capable d'associer la qualité du transport ferroviaire et la flexibilité du bus »<sup>7</sup>. À mesure que la mise en œuvre de ces solutions se multipliait en Amérique du Nord et du Sud, les études menées ont fait état d'un éventail plus large de caractéristiques décrivant les systèmes de BRT<sup>8 9 10</sup>. En 2006, Gray et al. les classent en différentes notions allant de « BRT-Lite » à « Full-BRT » en fonction du nombre de composants qu'ils intègrent<sup>11</sup>.

La notion de BRT-Lite correspond à la « limite inférieure » du concept de BRT ; une vitesse supérieure à une ligne de bus normale constitue ici le critère minimal pour intégrer cette catégorie. Celui-ci est souvent satisfait en augmentant la distance entre les arrêts et en donnant la priorité aux bus aux carrefours. Ces lignes sont souvent dotées d'une identité propre grâce à une marque, un logo et l'application de couleurs spécifiques sur les bus et les arrêts. Le BRT-Lite constitue le système de BRT le plus répandu en Amérique du Nord (ligne « B-line » de Vancouver en 1996, Chicago depuis 1998, bus « MetroRapid » de Los Angeles depuis 2000, etc.).

La notion de Full-BRT représente un système de bus capable d'atteindre des performances équivalentes à celle du métro. Il nécessite une séparation totale des voies de circulation par dénivellation, un système de billetterie hors véhicule (pas de vente à bord), un service haute fréquence et rapide et des véhicules modernes et propres. Parmi les exemples de mise en œuvre de Full BRT cités par Wright et Hook<sup>12</sup> Bogotá, Brisbane et Ottawa sont les plus reconnus. Ce type de BRT n'a pas véritablement été mis en œuvre aux États-Unis, mais ce modèle suscite beaucoup d'admiration et représente une référence essentielle. Ses performances opérationnelles, associées à sa souplesse, permettraient son intégration dans un

---

<sup>6</sup> Vuchic, V.R, Bruun, E., Krstanoske, N., Euun Shin, Y., Kikuchi, S., Chakroborty, P., Perincherry, V., (1994) *The Bus Transit System : its underutilized potential*, Federal Transit Administration, Washington, D.C., USA, May, 77 p.

<sup>7</sup> Levinson, H.S., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, S.C., (2002) *Bus Rapid Transit: An Overview*. In *Journal of Public Transportation*, 5 No2, pp.1-30.

<sup>8</sup> Levinson, H.S., Zimmerman, S., Clinger, J., Gast, (2003a) *Bus Rapid Transit: Synthesis of case studies. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No 1841, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 1-11.

<sup>9</sup> Levinson, H.S., Zimmerman, S., Clinger, J., Gast, J., Rutherford, S., and Bruun, E., (2003b) *Transit Cooperative Research Program, Report 90: Bus Rapid Transit, Vol. 2: Implementation Guidelines*, Transport Research Board, Washington DC, USA.

<sup>10</sup> Diaz, R. (ed.), (2009) *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making*, Federal Transit Administration, Washington, D.C., USA, 410 p.

<sup>11</sup> Gray, G., Kelley, N., Larwin, T., (2006) *Bus Rapid Transit, A Handbook for Partners*, Mineta Transportation Institute Report 06-02, San Jose State University, 66p.

<sup>12</sup> Wright, L., Hook, W., (ed.), (2007) *Bus Rapid Transit planning guide*, Institute for Transportation and Development Policy, 823 p.

environnement capable d'atteindre des densités urbaines plus importantes, comme le souligne Hoffman<sup>13</sup>.

Récemment est apparu le concept intermédiaire « BRT-Heavy », décrit par Gray et al. en 2006. Il met l'accent sur la priorité spécifique accordée aux véhicules, qui constitue le cœur du système et permet d'accélérer les temps de trajet et d'assurer la régularité du service. Des projets phares tels que la Cleveland Health Line et la Eugene EMX Green line devraient contribuer au développement du concept BRT-Heavy. Comme le décrit Kantor<sup>14</sup>, 63 % des projets de BRT programmés pour 2017 intègrent les voies réservées comme un élément à part entière du système.

*Un large registre de solutions : du « BRT-Lite » au « Full-BRT »*

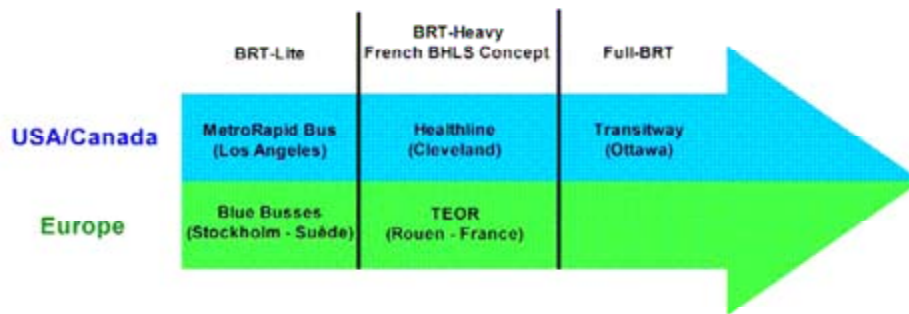


Figure 3 : Comparaison des concepts BRT et BHNS à partir de quelques exemples illustratifs<sup>15</sup>, source : S. Rabuel et O. Heddebaut (à partir d'études américaines (Wright et al. ; Kantor et al.) et européennes ; 2009).

Outre Atlantique, la recherche se tourne désormais vers l'intégration de projets de BRT dans l'aménagement urbain selon la même vision systémique que celle appliquée aux autres systèmes de transport rapide<sup>16</sup>, suivant ainsi les recommandations émises par Vuchic en 2005. En outre, Arrillaga et al.<sup>17</sup> (2004) ainsi que Danaher et al.<sup>18</sup> (2007) considèrent que la création d'un organe capable d'impliquer l'ensemble des parties prenantes à tous les niveaux de l'aménagement est une condition de la réussite de tels projets. Les études de systèmes BRT les plus récentes se focalisent sur les conditions d'aménagement, les processus de prise de décision, l'intégration des BRT dans les réseaux existants ainsi que l'acceptabilité et l'image de ces systèmes<sup>19</sup> <sup>20</sup>. Des études sont menées en 2010 sur la perception des différents systèmes de transports publics à Los Angeles (Cain et al.<sup>21</sup>) et sur l'influence des stations du

<sup>13</sup> Hoffman, A., (2008) Advanced Network Planning for Bus Rapid Transit, The "Quickway" model as a modal alternative to "light rail lite", Federal Transit Administration, Washington, D.C., USA, 114 p.

<sup>14</sup> Kantor, D. (ed.), Moscoe, G. Silver, F., (2008) *Bus Rapid Transit, Vehicle Demand and System Analysis Update*, Federal Transit Administration, Washington, D.C., USA, 38 p.

<sup>15</sup> Tiré de Finn, B., Heddebaut, O., Rabuel, S., Bus with a high level of service (BHLS): the European BRT concept. AP050 Bus Transit Systems Committee, Transportation Research Board, 2010.

<sup>16</sup> Vuchic, V.R., (2005) Métros légers et liaisons rapides par autobus, modes concurrents ou complémentaires ? *Transportation Public International*, pp.10-13.

<sup>17</sup> Arrillaga, B., Wnuk, L., Silver, F., (2004) *Bus Rapid Transit Demand Analysis Update*, Federal Transit Administration, Washington, D.C., USA, 51 p.

<sup>18</sup> Danaher, A., Levinson, H., Zimmerman S., (2007) *Bus Rapid Transit : Practitioner's guide*, Transit Cooperation Research Program Report 118, Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, 241 p.

<sup>19</sup> Golub, A., Miller, M.A., (2007) A decision-support tool for Bus Rapid Transit Systems deployment, revised paper submitted for *Transportation Research Record*, Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.

<sup>20</sup> Wright and Hook, 2007 op cit.

<sup>21</sup> Cain, A., (2010) Tangible and intangible service attributes Quantifying the importance of image and perception to Bus Rapid Transit, article présenté à la 89<sup>ème</sup> Conférence TRB, Washington DC, janvier.

---

réseau de BRT sur les prix de l'immobilier à Pittsburgh (Perk et al. <sup>22</sup>). Dans une étude récente réalisée par l'ITDP<sup>23</sup> sur les systèmes BRT, l'institut a établi que, bien qu'ils disposent d'un grand nombre de caractéristiques positives, ces systèmes sont encore bien loin de constituer un modèle d'excellence sur le plan international. Les raisons politiques, institutionnelles et techniques identifiées sont accompagnées de recommandations pour concevoir et fournir des systèmes de BRT plus performants aux villes des États-Unis.

Depuis 2005, un groupe de travail français mené par le CERTU<sup>24</sup> constitue son propre concept de BHNS à partir d'expériences initiales locales (la « ville nouvelle » d'Évry depuis les années 1970, le système francilien Trans-Val-de-Marne depuis 1993, le TEOR à Rouen depuis 2001) et en s'appuyant sur l'adaptation du concept de BRT à l'environnement urbain français et à la « culture des transports » du pays. Une étude de la mise en œuvre et des caractéristiques des BHNS français a été menée par un groupe spécifique sous la direction du CERTU<sup>25</sup>. Depuis 2007, le groupe français établi en 2005 a décidé de partager ses expériences avec 14 autres pays européens afin de procéder à un échange de perspectives à propos des BHNS, bien que les caractéristiques spécifiques du système puissent varier d'un pays à un autre.

### **Les BHNS européens conçus comme des BRT inspirés par les performances du chemin de fer et adaptés au contexte urbain européen**

Aux États-Unis, les transports publics répondent essentiellement aux besoins des migrants journaliers qui se déplacent vers les centres-villes depuis des points de départ extrêmement dispersés et souvent éloignés. À l'inverse, les modèles urbains européens présentent des villes relativement denses pourvues d'un réseau de rues étroites accueillant aussi bien des résidences que la plupart des activités. Cette situation a influencé l'organisation des transports publics, qui tire parti de la concentration des flux. La demande en matière de transports publics va au-delà des déplacements pendulaires aux heures de pointe : elle concerne l'utilisation des systèmes de transport toute la journée, en soirée et le week-end. Dans la plupart des villes européennes, les systèmes composés de métros, tramways et trains de banlieue répondent d'ores et déjà aux besoins de déplacement de grande capacité.

Les tramways européens constituent des systèmes légers exploités majoritairement sur des voies réservées sur la voie publique (plutôt que de manière totalement séparée à la façon d'un train léger) et intégrés à la ville au moyen de carrefours sans dénivellation et de stations accessibles. La capacité est limitée par la gestion des intersections, avec un maximum de 6 000 voyages/heure/direction pour un tram d'une longueur de 45 m et un temps intervéhiculaire de 3 minutes. Dans de nombreuses villes qui l'avaient abandonné, le tramway est réapparu accompagné d'une image moderne et de haute performance, souvent associé à une remise en valeur des rues. Parallèlement, le bus pâtit d'une image négative due aux problèmes de congestion, d'irrégularité de service, d'inconfort et de conception obsolète. Alors que le renouveau du tramway était couronné de succès, avec une véritable « renaissance » à l'échelle européenne, le bus a été délaissé.

L'émergence du concept de BHNS en Europe s'explique donc par la nécessité de combler l'écart existant entre le bus dans sa conception classique et le tramway en matière de performances, de coût et de capacité. Les voies de circulation non desservies par le métro ou le tram présentent généralement un nombre d'utilisateurs potentiels relativement faible qui ne justifie pas l'adoption du tramway, dont la capacité est supérieure mais qui est associé à un

---

<sup>22</sup> Perk V., Mugharbel, M., Catala, M., (2010), Impacts of Bus Rapid Transit stations on surrounding single-family home values: study of Pittsburgh' East Busway, article présenté à la 89<sup>ème</sup> conférence TRB, Washington DC, janvier.

<sup>23</sup> ITDP, 2011, Recapturing Global Leadership in Bus Rapid Transit: A Survey of select US Cities, Washington D.C., USA.

<sup>24</sup> Babilotte, C., Rambaud, F. (ed.), (2005) *Bus à haut niveau de service : concept et recommandations* Certu, Lyon, France, 111 p.

<sup>25</sup> Rabuel, S. (ed.), (2009) *Bus à haut niveau de service : du choix du système à sa mise en œuvre* Certu, Lyon, France.

---

coût plus important (coût total, insertion urbaine comprise : de 15 à 30 millions d'euros par km). L'approche adoptée pour les BHNS tente de combiner les avantages d'un système économique à base de bus et les performances de systèmes plus lourds. Elle s'inspire du concept de BRT américain au niveau de la méthodologie et de la conception, favorisant un système de transport au sein duquel le véhicule n'est qu'un composant parmi d'autres. De manière similaire au BRT, le BHNS demeure un concept générique capable d'être intégré à n'importe quel type de configuration infrastructurelle.

### **Le BHNS européen : un choix de composants distinct de l'approche américaine**

En règle générale, les configurations de très grande capacité faisant appel à des voies de circulation dénivelées sont inadaptées au contexte urbain européen, en particulier en centre-ville (manque d'espace disponible, découpage de l'espace urbain indésirable, faible demande). Néanmoins, les voies réservées sur la chaussée, inspirées des projets de tramway, constituent le composant fondamental autorisant une augmentation de la vitesse et un gain en matière de régularité. Elles offrent également une nouvelle opportunité de partage des rues avantageuse pour les modes de transport alternatifs (la marche et le vélo) malgré les difficultés ponctuelles de mise en œuvre auxquelles Heddebaut (2007) fait référence<sup>26</sup>. Le BHNS peut être mis en œuvre dans des zones congestionnées tels les centres-villes. En outre, le concept européen de BHNS permet une perméabilité relative de la voie réservée qui s'avère utile dans le cas des itinéraires limités mais très empruntés (taxis, cyclistes, livraisons).

En comparaison, la réalisation de voies réservées sur la chaussée demeure limitée aux États-Unis, malgré la présence de nombreuses avenues plus larges et souvent moins sujettes à la congestion. Les systèmes de BRT américains ont plus souvent recours à des voies réservées aux bus discontinues et mal délimitées dont l'application se restreint majoritairement aux heures de pointe. En dehors des hypercentres, la circulation des BRT sur des voies réservées est rendue possible grâce aux opportunités de reconversion des voies ferrées inutilisées (South Dade Busway de Miami en 1997, Pittsburgh Busway en 2000, Orange Line de Los Angeles en 2005, etc.) ou d'utilisation des bandes d'arrêt d'urgence sur autoroute. On constate néanmoins une évolution progressive des attitudes. Avec la mise en service de la EMX Green Line à Eugene en 2007 et de la Healthline à Cleveland en 2008, les États-Unis disposent désormais de deux systèmes BRT-Heavy faisant appel à des voies réservées sur la chaussée intégrées à l'environnement urbain (utilisation de voies pourvues de gazon à Eugene, régénération de façade à façade sur Euclid Avenue à Cleveland).

Outre leurs interprétations divergentes de la priorité de passage, d'autres différences peuvent être observées entre les caractéristiques du BRT américain et celles du BHNS européen. En Europe, l'augmentation de la distance entre les arrêts se heurte à la résistance des usagers, en particulier des personnes handicapées, tandis que cette mesure concerne 89 % des projets américains planifiés pour un déploiement à l'horizon 2017<sup>27</sup>. Le service de billetterie exclusivement hors véhicule, encore rare en Europe (mais qui concerne 54 % des projets aux États-Unis), devrait se développer à mesure que le public prend conscience de l'efficacité de cette mesure. Enfin, alors que les longues durées des trajets pendulaires encouragent les Américains à conserver un nombre important de places assises dans leurs véhicules, les besoins de capacité et les objectifs de réduction des coûts des Européens les amènent à réduire ce nombre. En Europe, cette exigence de conception aboutit à une proportion plus importante de passagers voyageant debout, dont le confort dépend de modifications spécifiques réalisées sur le véhicule, générant ainsi des coûts supplémentaires.

Alors que le concept de Full-BRT n'a pas été mis en application en Europe (mis à part le système Bus-VAO de Madrid, qui s'en approche), un grand nombre de systèmes, qui

---

<sup>26</sup> Heddebaut, O., (2007) Les difficultés de mises en œuvre des sites propres pour les modes de transport collectifs guidés ou non : le cas des lignes de bus à haut niveau de service, In *Recherche Transport Sécurité*, N°94, p. 27-45.

<sup>27</sup> Kantor et al., 2008 op cit.

s'appuient sur une organisation hiérarchique du réseau de bus, est assimilable au concept de BRT-Lite. Ceux-ci comprennent les bus bleus de Stockholm (Suède) depuis 1999, le réseau Lianes de Dijon depuis 2004 et les lignes Linea Alta Mobilità italiennes (Prato, Brescia et Pise). Cependant, la plupart des nouveaux projets correspondent plus ou moins au concept américain BRT-Heavy. C'est notamment le cas en France, qui comprend 9 systèmes en exploitation et 20 projets (Rabuel, 2009). Sont également concernés les Pays-Bas (Amsterdam en 2001, Eindhoven en 2005), l'Angleterre (Leeds en 1998, Cambridge en 2011), la Suède (Göteborg en 2003<sup>28</sup>), et l'Allemagne (Hambourg en 2005), des systèmes du même type étant en cours de développement en Espagne (Castellón en 2008, projets planifiés pour Madrid) et en Italie (projets pour Messine et Bologne).

## 2.2 Définition d'un « système » fondé sur le bus, première approche<sup>29</sup>

Les acronymes BHNS et BRT, ainsi que ceux que l'on peut observer par ailleurs, sont des concepts proches qui ont en commun de renvoyer au concept de bus (véhicule routier urbain pour le transport collectif de voyageurs), tout en lui adjoignant des caractéristiques spécifiques qui le différencient de ce concept traditionnel (véhicule automobile à roulement pneumatique sur tout type d'infrastructure) et renvoient quant à elles à certaines caractéristiques spécifiques du concept de tramway.

D'un point de vue historique et technique, ces concepts se définissent en effet par rapport au tramway car ils cherchent à apporter au bus des avantages et des atouts supplémentaires lui permettant, soit de se rapprocher des performances du tramway, soit de représenter une solution alternative par rapport à lui généralement présentée comme moins coûteuse.

Ils s'inscrivent dans l'évolution globale constatée au niveau de la classification des techniques de transport urbain, au sein de laquelle les contrastes importants entre les modes et les techniques de transport ont disparu en raison de l'émergence de nombreux systèmes hybrides empruntant des éléments ayant appartenu à des modes ou des solutions techniques préalablement considérés comme très dissemblables.

*L'approche système comme méthode à appliquer aux projets de BHNS*



Figure 4 : l'emblème « système » issu du projet EBSF.

<sup>28</sup> Bjerkemo, S.A., (2006) Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands - mellanformer mellan buss och spårväg. Tillämpningsförutsättningar i Sverige., (Systèmes de transports en commun évolués à l'étranger : solutions intermédiaires entre le bus et le tram. Conditions préalables à la mise en œuvre et possibilités en Suède). VINNOVA rapport VR 2007:03.

<sup>29</sup> Le GT4 ajoute une perspective complémentaire au paragraphe 3.4 en présentant les résultats d'une enquête réalisée sur la tendance à la hiérarchisation de certains réseaux fondés sur le bus (principalement dans des aires urbaines importantes).



---

Cette stratégie d'évolution de la classification permet d'aborder la question de manière bien plus lisible selon l'angle de la qualité et du niveau du service plutôt que celui d'un composant technique, c'est à dire généralement le matériel roulant. Il est en effet nécessaire d'envisager une définition assimilant un concept élargi du système de transport au sein duquel le matériel roulant n'est qu'une des composantes variables.

*Le tout est plus grand que la somme de ses parties.*  
Aristote

En réalité, il convient désormais de définir un système de transport comme **l'articulation cohérente de 3 éléments fondamentaux : une infrastructure, du matériel roulant et des conditions d'exploitation** capables d'offrir un service de transports en commun régulier et adapté à un contexte urbain donné. Par conséquent, différentes associations d'éléments aboutiront à des modes de transports publics différents.

Une telle approche « système » conduit à une définition « systémique ». Elle mène également à la mise en valeur de l'infrastructure en tant qu'élément central du système, structurant ainsi les critères de capacité et de performance.

Il s'agit en fait du repère visuel et de la manifestation de la permanence, ou de la pérennité, du système.

La notion d'approche « système » est fondamentale car elle constitue une méthode dont le dessein est de garantir la cohérence du processus de choix de l'ensemble des composants en fonction des objectifs du projet.

Dans ce cadre, le BHNS correspond à un système de transport urbain utilisant un matériel bus ou autocar, défini comme un véhicule routier urbain à roulement pneumatique, mais dans des conditions nouvelles lui donnant un surcroît de performance suite à une triple optimisation portant sur :

- les caractéristiques propres de l'offre technique et commerciale,
- l'insertion de cette offre dans l'offre d'ensemble du réseau de transport collectif,
- l'insertion de ce réseau dans le milieu urbain.

Ce surcroît de performance va augmenter l'attractivité et la compétitivité du transport collectif urbain et lui permettre de gagner des clientèles nouvelles ou d'assurer un trafic croissant. Un BHNS, un BRT doit donc améliorer les composantes habituelles de l'attractivité et de la compétitivité du transport public, tout particulièrement celles qui compte tenu du contexte national et local prennent une dimension stratégique.

*Le BHNS est un système de bus qui perd en flexibilité dans le but d'améliorer son efficacité.*

Le concept de BHNS peut se résumer comme suit :

*Le bus à haut niveau de service est un système fondé sur le bus clairement identifiable appartenant au réseau de transports publics principal. Il offre aux voyageurs un niveau élevé de performance et de confort, comparable à celui d'un système ferré, d'un terminus à un autre ; ce confort s'entend aux arrêts et à l'intérieur du véhicule. L'approche « système » intégrant l'infrastructure, les véhicules et les outils d'exploitation suit des objectifs cohérents et permanents en relation avec le réseau de mobilité et le contexte urbain.*

Pour être qualifié de BHNS, trois composantes sont considérées comme stratégiques ou fondamentales, ce qui ne veut pas dire que cela le soit ensemble de façon systématique :

- Ponctualité / régularité<sup>30</sup>,
- Fréquence,
- Rapidité.

---

<sup>30</sup> Voir le paragraphe 3.5.2 présentant l'analyse de ces indicateurs de qualité à partir de données collectées sur des systèmes de BHNS.

Pour parvenir à l'amélioration simultanée de ces trois indicateurs clés de performance, il est nécessaire d'agir sur l'infrastructure en mettant à disposition une priorité de passage qui soit non seulement dédiée, mais également conçue et équipée de manière appropriée. Cette solution est la seule capable de procurer au bus l'avantage que constituent ces trois caractéristiques stratégiques.

Hormis quelques cas exceptionnels, cette priorité de passage doit être mise en œuvre en surface afin que les coûts d'infrastructure demeurent abordables, la construction de voies réservées surélevées ou souterraines multipliant au moins par trois le coût au kilomètre.

*Sans un bon niveau de régularité, la fréquence, et donc la capacité, ne peuvent être élevées.*

**La capacité** du système n'est pas un facteur intrinsèque d'efficacité. Elle permet cependant de procéder à l'évaluation du marché et d'identifier si l'offre répond à la demande correctement, en gardant à l'esprit qu'un coût plus important ne peut se justifier que par une plus grande fréquentation. L'infrastructure contribue énormément à ce facteur (taille des arrêts, voies de dépassement, qualité des carrefours).

Outre les trois indicateurs clés de performance mentionnés, d'autres facteurs ont également leur importance et doivent être pris en compte dans la constitution d'un service attractif :

- Amplitude horaire / intermodalité avec le réseau de transport
- Information / confort
- Sécurité / sûreté
- Accessibilité
- ...

L'identification de l'ensemble du système au sein du réseau et par rapport aux autres systèmes fondés sur le bus sera d'autant plus pertinente que la différenciation du service BHNS est efficace et utile aux usagers (voir chapitre 3.5.4).

*Adopter une méthode « système » à tous les stades du processus de décision.*

Dans un cadre aussi complexe, le processus de décision doit découler d'une méthode « système » tenant compte du contexte urbain et de la gouvernance et opérant par aller-retour entre les trois cadres, comme illustré à la figure 5 :

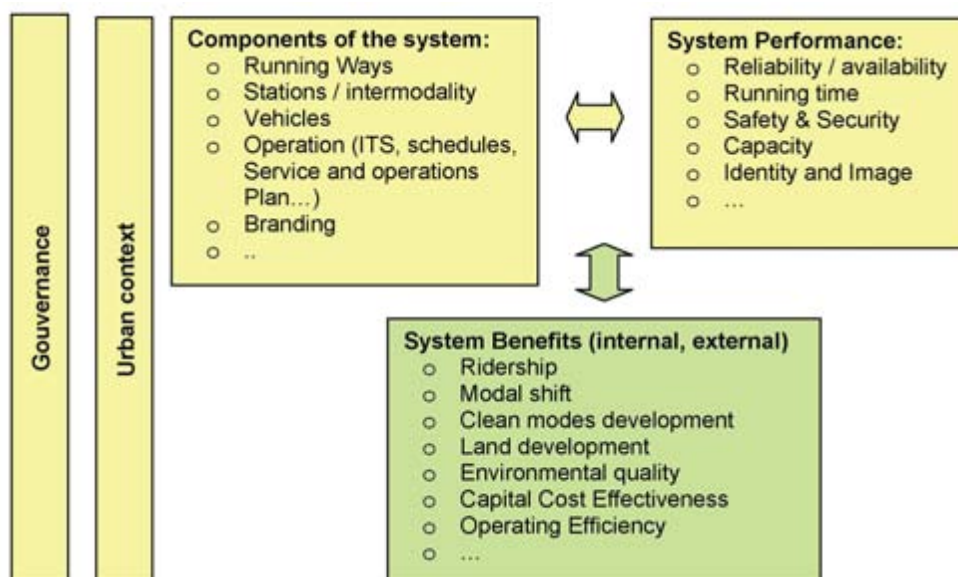


Figure 5 : cadre itératif de l'approche « système » du processus de décision

*Plus le niveau de service est élevé, plus la qualité doit l'être également.*

Le troisième cadre (en vert) traite des différents impacts internes et externes du système.

---

Les chapitres 3.3 et 3.4 proposent une explication détaillée des notions de « niveau de service / qualité de service » conformément à la norme européenne EN 13816 relative à la qualité de service introduite en 2002.

## 2.3 Cadre adopté pour décrire les BHNS d'Europe

La description détaillée de l'état de l'art du BHNS en Europe constitue une réalisation majeure de cette action COST sur le BHNS. Il était important de clarifier les questions suivantes :

- Qu'est-ce que le BHNS ?
- Quelles sont ses caractéristiques ?
- Quel est son rôle ?
- Où est-il mis en œuvre en Europe ?

Chaque pays participant à l'action COST TU0603 a été convié à collecter des données relatives à ses systèmes de BHNS les plus intéressants.

Un modèle étendu, disponible sur le CD ci-joint, a été conçu dans ce but<sup>31</sup>. Celui-ci englobe l'ensemble des domaines des quatre GT (décrits dans la figure 2 ci-avant).

L'objectif visé était de mettre à disposition une liste exhaustive de composants susceptibles d'influencer le niveau / la qualité de service. L'interaction entre tous ces composants peut s'avérer pertinente.

Ce modèle constitue une proposition établie et validée par le groupe et susceptible d'être adaptée en fonction du contexte du système décrit. Il était possible de décrire plus en détail des éléments plus pertinents ou plus innovants pour le système dans son ensemble, ainsi que d'ajouter de nouveaux composants. Les documents ou les rapports d'évaluation disponibles étaient également demandés.

Les objectifs principaux de la phase « Etat de l'art » étaient les suivants :

- Décrire les itinéraires BHNS en service les plus marquants et variés en mettant en évidence l'approche « système » mise en œuvre, ainsi que ses principaux points forts et faiblesses. Identifier les associations de composants jouant un rôle important dans l'amélioration et le maintien de l'efficacité/attractivité. Identifier la cohérence à respecter dans ce processus de sélection.
- Fournir des résultats à l'ensemble des GT responsables des analyses et des recommandations.
- Mettre en évidence toutes les exigences auxquelles il a été impossible de répondre dans le cadre de l'étude de cas (du point de vue organisationnel ou technique).
- De manière générale, proposer un panorama de l'état de l'art à l'échelle européenne et de ses tendances actuelles en matière de BHNS (selon les trois aspects : caractéristiques, performances, bénéfices)

Conformément à la méthode indiquée à la figure 5 ci-avant, le modèle de collecte de données visait à obtenir des informations dans les catégories suivantes :

### 1- Contexte urbain et de gouvernance

- Données principales sur le contexte de l'aire urbaine
- Contexte du projet et du processus de décision
- Préoccupations relatives au réseau

---

<sup>31</sup> Fichier « BHLS\_components\_COSTTU603.doc »

---

## 2- Description du composant (1<sup>er</sup> cadre)

- Voies de circulation
- Arrêts
- Véhicule
- Systèmes de transport intelligents (STI), outils de conduite d'opérations
- Identité du système BHNS

## 3- Performance du système (2<sup>ème</sup> cadre)

- En matière de niveau de service / d'efficacité du système
- En matière de qualité de service
- Performance de la gestion du BHNS

## 4- Bénéfices du système (3<sup>ème</sup> cadre)

- En matière de fréquentation
- En matière d'investissement et de coûts d'entretien/ de recettes / de sécurité
- Avantages pour les clients / les quartiers riverains (toutes les externalités)

5- Conclusion : points faibles fondamentaux / aspects à surveiller / difficultés et points forts relatifs aux objectifs urbains / de mobilité / de coût.

Le cadre des questions et les descriptions réalisées de la phase « état de l'art » sont disponibles sur le CD ci-joint.

### 3. Analyse des expériences européennes de BHNS

Chaque ville ou aire urbaine est unique ; tous les systèmes visités et décrits présentent par conséquent des différences en matière de contexte urbain, de taille, de polarisation, de densité, de contraintes au niveau de l'espace public, etc.

Lorsqu'une ville ou une aire urbaine souhaite se munir d'un système de transport public supplémentaire ou étendre, rénover ou réhabiliter un système existant, il convient de tenir compte du grand nombre de facteurs d'influence (à différents niveaux d'importance ou de priorité), comme le montre le graphique ci-dessous.

En outre, toute introduction ou modification d'un système de TC exerce à son tour une influence sur le système urbain dont la portée est difficile à prévoir.

Ces interactions complexes sont illustrées dans le graphique ci-dessous.

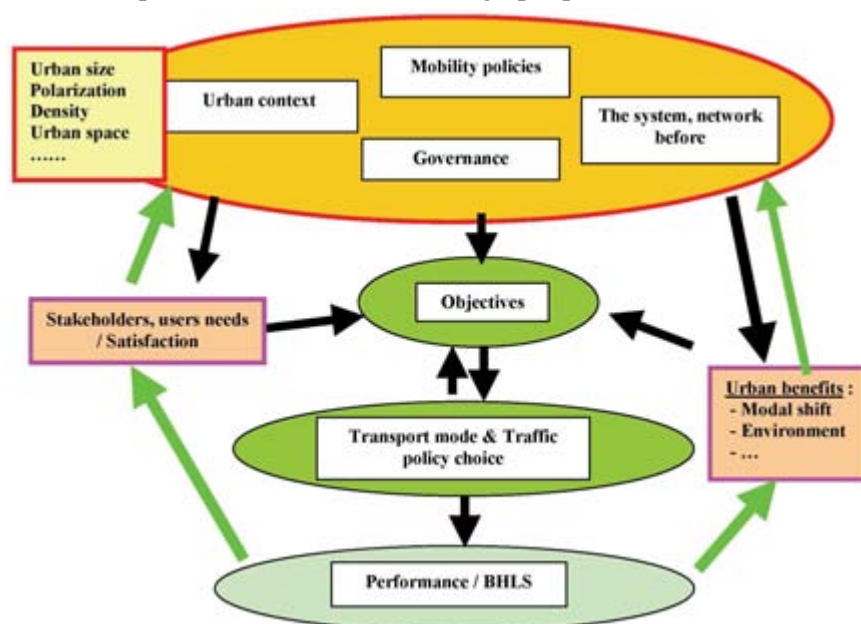


Figure 6 : Facteurs d'influence lors de la sélection de nouveaux modes de transport ou de l'amélioration de modes existants

Aucun système de TC n'est en mesure de produire des résultats ou bénéfices identiques quel que soit leur lieu de mise en œuvre. En outre, en respectant ses objectifs principaux, tout processus de décision entraîne nécessairement des compromis entre exigences conflictuelles.

Tout processus d'analyse ou de comparaison doit toujours être entrepris en gardant à l'esprit ce contexte complexe. L'adoption d'objectifs réalistes, l'étendue des avantages au niveau urbain et la satisfaction des voyageurs dépendent largement du contexte d'implantation du système.

Au total, 35 cas issus des 14 pays membres de cette action COST ont été décrits, 25 d'entre eux ayant fait l'objet d'une visite à l'occasion des réunions plénières. Cette méthode s'est révélée utile pour favoriser la compréhension du contexte et du niveau de qualité atteint par l'approche « système ».

De nombreuses données ont été recueillies grâce au cadre conçu pour décrire ces expériences. Des résumés<sup>32</sup> de ces descriptions ont été rédigés ; ils proposent des

*Aucun système de TC n'est en mesure de produire les mêmes résultats ou bénéfices partout.*

<sup>32</sup> La plupart d'entre eux figurent au chapitre 6 et tous sont disponibles sur le CD ci-joint.

commentaires sur les points faibles / ou à surveiller et les points forts observés par le groupe COST chargé du projet BHNS lors de la phase de comparaison de l'ensemble de ces cas.

Comme le montre la figure 7, tous ces cas de BHNS forment un éventail très large de solutions retenues dans des aires urbaines très différentes :

- La plupart des villes concernées ont une population inférieure à 1 million d'habitants,
- La part de marché des transports en commun varie considérablement (de 10 à 50 % tous modes compris).

Paris (Île de France) et Madrid, 2 mégapoles qui comptent respectivement 11 et 6,2 millions d'habitants (aire métropolitaine), n'ont pas pu être représentées en raison de leur taille. De par la densité très élevée de leurs hypercentres, on observe un fort contraste entre la part de marché des TC du centre-ville et la valeur moyenne de l'ensemble de l'aire urbaine (respectivement de 20,5 et 31,6 %, tous modes compris).

Bien que la part de marché des transports publics ait tendance à augmenter proportionnellement à la taille d'une ville (ce qui est observé dans notre échantillon), des disparités sont toujours constatées. Certaines villes ont investi bien plus dans les TC que d'autres, pour des raisons historiques, organisationnelles, géographiques, ou encore économiques très variées.

La densité urbaine permet d'expliquer en partie le succès des TC constaté dans différentes aires urbaines, en fonction desquelles le nombre de trajets quotidiens varie considérablement. Ces variations peuvent être très importantes d'une ville à une autre.

La plupart des villes visitées présentent des variations substantielles de population et de part de marché des différents modes de TC. Les TC des villes européennes les plus occidentales présentent des performances élevées mais une fréquentation assez faible malgré des investissements relativement importants en matière de qualité et d'innovation. À l'inverse, les systèmes des villes d'Europe de l'Est ont tendance à bénéficier de taux de fréquentation bien plus élevés malgré des systèmes bien plus anciens, voire vétustes. Cette situation est une conséquence de la période 1945-1990, au cours de laquelle le taux de possession de voiture particulière était faible et l'usage des transports en commun fortement favorisé.

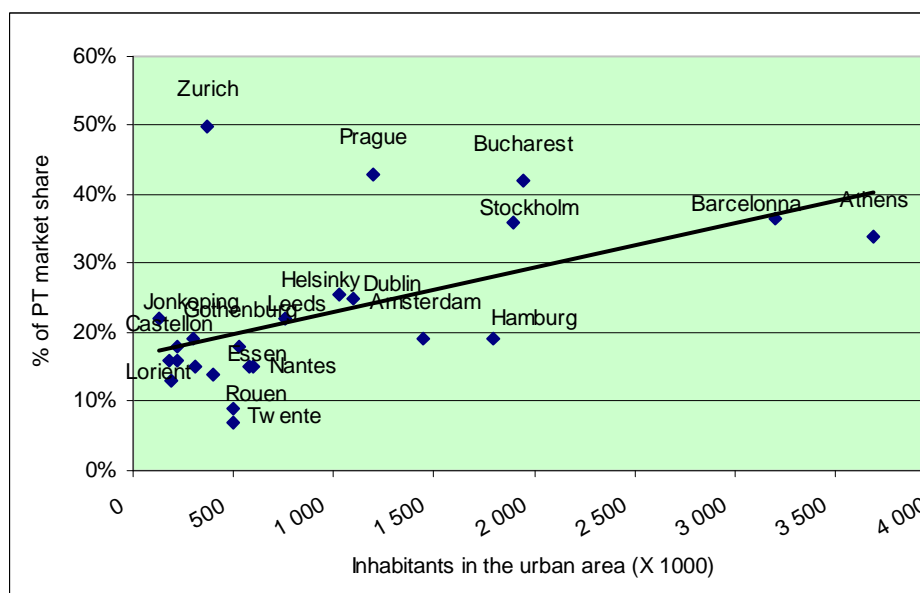


Figure 7 : Parts de marché des TC : contextes variables des études de cas décrites – Source : membres du COST<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Les périmètres des aires urbaines ne sont pas toujours définis selon les mêmes critères ; plus d'informations sont disponibles dans le baromètre EMTA : <http://www.emta.com/>.

---

Ces remarques illustrent bien le rôle clé que jouent les politiques de mobilité et les mesures d'urbanisme sur le long terme.

L'objectif de cette analyse n'est pas de revenir sur la justification de chaque choix en matière de BHNS, ou d'identifier un hypothétique système de BHNS optimal, à l'aide d'un ensemble de caractéristiques générales susceptibles d'être mises en œuvre dans tous les environnements.

Si l'on se réfère à la relation complexe (entre le contexte urbain et les performances du réseau de transport) mentionnée plus haut, une version moins complète du BHNS, ou « BHLS-lite » peut s'avérer être un meilleur choix pour une ville A, mais pas pour une ville B. Certains facteurs auront beaucoup plus d'importance dans la ville A que dans la ville B. En outre, on peut supposer que certains composants des trois sous-systèmes (infrastructure, véhicule, outils d'exploitation) s'avèrent très utiles dans un cas et beaucoup moins dans l'autre, alors que d'autres composants semblent être communs à la plupart des systèmes et revêtir une importance capitale, ou en tout cas être fortement recommandés...

L'objectif de cette phase d'analyse de 35 cas est plutôt d'obtenir une meilleure compréhension des applications possibles de ce concept émergent de BHNS en mettant en évidence les éléments suivants :

- les différentes configurations de BHNS et leur rôle / intégration au sein du réseau de transport,
- les composants capables de jouer un rôle essentiel en faveur de l'efficacité / la rentabilité d'un système,
- les différentes innovations observées et leurs rôles,
- les performances obtenues avec leurs indicateurs choisis,
- les difficultés déclarées ou observées au cours des visites réalisées aux différentes phases du projet (planification, conception, mise en œuvre, exploitation).

### 3.1 Planification et processus de décision (par le GT4)

Le processus de lancement, de planification et de livraison d'un système de BHNS est illustré à la figure 8 ci-dessous. D'un point de vue conceptuel, il s'agit d'un diagramme composé d'étapes séquentielles, mais il peut s'avérer bien plus complexe en pratique. Les intérêts des acteurs qu'il implique ne sont pas toujours parfaitement alignés ou même compatibles. Jusqu'à présent, la plupart des projets de BHNS étaient inédits dans leur zone de mise en œuvre, mettant ainsi à l'épreuve les attitudes et les procédés adoptés. Les éléments réalisables d'un point de vue technique, légal et financier peuvent très bien se heurter à la résistance de certaines parties prenantes, ou essuyer un refus. Des compromis peuvent être nécessaires, et certains éléments du processus peuvent exiger des négociations exigeant parfois des allers-retours.

Malgré tout, 35 projets de BHNS européens ont été mis en œuvre avec succès à ce jour. Ce chiffre confirme que le processus est adapté à des environnements très variés. D'après nos observations, il nécessite compréhension, flexibilité, soin et engagement. Afin de mieux comprendre le processus, nous avons identifié les instigateurs des projets de BHNS et les raisons du lancement de telles initiatives. Nous pensons que les motivations et les objectifs déclarés d'un projet ont une influence significative sur les caractéristiques et les performances du BHNS. Sont également pris en considération les obstacles rencontrés, qui sont eux aussi susceptibles d'influencer les caractéristiques des systèmes de BHNS mis en œuvre. Nous avons travaillé à partir des informations rassemblées au sein des quatre groupes

de travail collaborant à cette action COST, complétées par quelques investigations spécifiques menées par le GT4. L'intégralité du processus est illustrée dans la figure 8.

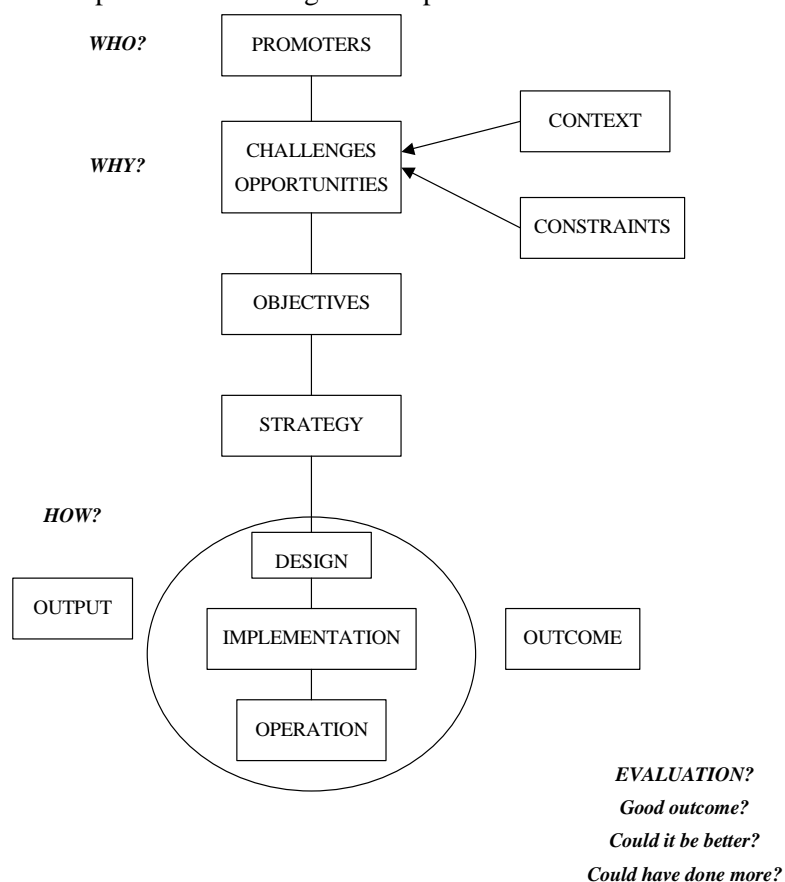


Figure 8 : Processus de mise en œuvre d'un BHNS (source : discussions du GT4 de l'action COST BHNS)

Les projets de BHNS naissent de l'identification d'un problème pour lequel un système de bus de haute qualité constitue une solution viable. L'identification des problèmes et/ou les initiatives de développement peuvent provenir d'urbanistes, d'une autorité organisatrice de transport, de voyageurs, d'exploitants, de parties prenantes engagées dans le transport durable, d'aménageurs urbains ou de personnalités politiques. L'expérience générale et les recherches menées en Europe démontrent que cette étape est habituellement liée à des plans urbains et de déplacement plus vastes, et qu'elle s'accompagne normalement d'une consultation publique (obligatoire dans un grand nombre de pays). Les sites de mise en œuvre du BHNS soulignent l'importance de l'implication des élus à un stade précoce.

*Il est important d'impliquer les élus à un stade précoce.*

1. Ministère : 1 (Madrid)
2. Autorités régionales : 3 (Amsterdam, Castellón, Enschede)
3. Municipalité ou collectivité locale : 4 (Lorient, Brescia, Dublin, Göteborg)
4. Autorité organisatrice de transport : 6 (Stockholm, Hambourg, Jönköping, Manchester, Nantes, Rouen)
5. Autorités publiques de différents niveaux : 2 (Utrecht, Zurich)
6. Exploitant de transports (public) : 1 (Prague)
7. Exploitant de transports (privé) autonome ou en collaboration avec les autorités publiques : 3 (Oberhausen, Paris, Athènes)

Tableau 1 : Instigateurs du projet de BHNS (source : enquête du GT4 de l'action COST BHNS menée auprès de 20 projets de BHNS)



Le GT4 a menée une enquête couvrant l'ensemble des études de cas de l'action COST TU603 afin d'identifier les instigateurs de projets de BHNS d'une part, et les principaux objectifs et/ou motivations pour la mise en œuvre de ces systèmes d'autre part. Nos conclusions sont fondées sur 20 études de cas de BHNS. Les réponses obtenues, nous ont permis de mettre en évidence une diversité significative d'instigateurs de tels projets. Il convient de noter que l'instigateur ne correspond pas nécessairement au « propriétaire » du projet à long terme (cf. tableau 1).

Chaque projet de BHNS suit un ensemble d'objectifs. Ceux-ci reflètent les intérêts de l'instigateur et des autres parties prenantes clés. Les objectifs répondent aux problèmes ou opportunités pertinents pour le site concerné. Ils identifient les facteurs dont les parties prenantes estiment qu'ils sont les plus à même de résoudre leurs problèmes ou de répondre à leurs exigences. Lors de la formulation d'objectifs, il est important de disposer d'une bonne maîtrise des différentes stratégies envisageables et des solutions techniques disponibles, ainsi que d'une bonne connaissance des résultats auxquels elles permettent d'aboutir. Le contexte et les contraintes de la conception doivent être analysés selon un processus cyclique et récursif avant toute prise de décision relative aux standards de tracé, de qualité et de conception. Nos observations ont mis en évidence les différents d'objectifs en fonction des sites : alors que certains sont très élaborés, d'autres conservent une portée très générale. Le tableau 2 récapitule les principaux objectifs établis pour les projets de BHNS pour l'ensemble des 20 études de cas réalisées.

Transfert modal (de la voiture aux TC) : 6 (Madrid bus VAO, Utrecht, Jönköping, Amsterdam, Enschede, Prague)
Augmentation de l'efficacité : 6 (fréquence, régularité, qualité : vitesse commerciale, ponctualité) (Nantes, Zurich, Brescia, Prague, Göteborg, Lorient)
Augmentation de la vitesse des TC : 5 (Amsterdam, Castellón, Stockholm, Utrecht, Enschede)
Accessibilité : 4 (confort, facilité d'appréhension, qualité de vie - du point de vue des usagers) (Zurich, Stockholm)
Réduction des coûts des TC : 3 (Stockholm, Jönköping, Enschede)
Planification des transports structurante : 3 (Athènes, Paris, Rouen)
Acceptation du mode bus et augmentation de la fréquentation : 2 (Hambourg, Manchester)
Réduction des émissions de GES : 2 (Madrid, Zurich)
Évolution d'un projet initial fondé sur le bus en système ferré : 1 (Dublin)
Augmentation de la capacité : 1 (Göteborg)

*Tableau 2 : Principaux objectifs de la mise en œuvre de projets de BHNS (source : enquête du GT4 de l'action COST BHNS menée auprès de 20 projets de BHNS)*

Parvenir à une volonté forte d'amélioration du système de TC par le recours au BHNS comme élément central ou complémentaire du réseau (Nantes, Lund).
Possibilité de conversion du BHNS en tram, (Amsterdam, Lund, Nantes).
Contraintes de travaux (Nantes).
Temps de parcours plus courts (Oberhausen, Lorient, Jönköping).
Appropriation d'espace dédié aux voitures et de places de stationnement (Paris, Dublin).
Politique de stationnement le cas échéant, stationnement abordable en centre-ville, contraventions limitées, (Dublin, Paris).
Taux de possession de voiture (Dublin).
Consultation publique et acceptation des systèmes fondés sur le bus (Dublin).
Assurer la qualité de service, offrir une fréquence importante et améliorer la régularité (Göteborg, Jönköping, Madrid, Manchester, Lorient).
Utilisation mixte de la voie réservée dans les aires piétonnes du centre-ville (Castellón).
Augmentation du coefficient d'occupation du BHNS (capacité) (Hambourg).
Proposer des transports durables si la population augmente (maintien de l'usage de la voiture) (Jönköping).
Infrastructure insuffisante (Hambourg).

Coûts des projets (Lorient, Madrid, Nantes, Oberhausen, Paris, Rouen).
Possibilité d'une mise en œuvre progressive (Prague).
Augmenter le taux d'occupation des voitures (covoiturage) (Madrid).
Gravir des pentes de 6 à 8 % (Rouen).
Trafic automobile important (Paris).
S'adapter à des quartiers spécifiques rassemblant des usagers d'origines sociales différentes (Athènes, Rouen).

*Tableau 3 : Principaux défis que les systèmes de BHNS ont dû relever pour être mis en œuvre (source : enquête du GT4 de l'action COST BHNS menée auprès de 20 projets de BHNS)*

Dans plusieurs cas, le processus naît d'un besoin ou d'un souhait d'ordre général d'amélioration des performances des transports en commun afin de privilégier les transports durables et de réduire les déplacements en voiture, ou d'un besoin évident de trouver une réponse à une utilisation des TC en baisse.

Dans les cas des villes disposant d'informations, nous avons identifié les principaux défis de mise en œuvre auxquels les parties prenantes étaient confrontées. Les réponses à l'enquête font part d'un grand nombre d'enjeux surmontés pour réussir la mise en œuvre du projet de BHNS. Dans certains cas, ces enjeux sont toujours d'actualité et sont susceptibles de continuer à exercer leur influence sur le contexte des projets de BHNS après leur mise en exploitation. Ces défis sont mis en évidence dans le tableau 3 ci-dessus.

De l'expérience des sites, on remarque que ces premières étapes du processus de BHNS ont nécessité un dialogue attentif et ouvert. Lorsqu'il est abordé avec soin, il constitue une base solide jouant en faveur de l'acceptation, de l'approbation, du financement, ainsi que de la conception et de la mise en œuvre définitives. Malgré tout, si les objectifs ne bénéficient pas d'un ancrage solide fondé sur un taux d'acceptation important, le risque de débats épineux et de problèmes survenant lors de la phase de mise en œuvre augmente, menaçant de retarder cette dernière, voire de la mettre en suspens.

## 3.2 Contexte urbain (par le GT4)

### **1.- Prise en considération de la forme et de la taille de l'aire urbaine**

La section qui suit aborde la prise en compte des performances des transports publics et du contexte urbain. Cela nous permet d'examiner la relation entre l'aménagement urbain, les choix modaux, les coûts des transports et leurs impacts ou leurs externalités pour la communauté. Selon cette perspective, la densité urbaine explique (en partie) les performances des transports publics dans différentes aires urbaines, dans lesquelles le nombre de trajets par jour varie considérablement d'une ville à l'autre.

Les villes visitées présentent des variations substantielles en matière de population et de part modale des transports publics. Les villes d'Europe de l'Ouest, en particulier en France, en Angleterre, aux Pays-Bas et en Allemagne, présentent un paradoxe opposant la demande et la qualité de service. Dans ces villes, les performances des transports publics sont très élevées malgré une fréquentation relativement faible. Et ce en dépit des investissements conséquents réalisés pour atteindre ces performances, y compris dans la mise en œuvre de systèmes de BHNS. À l'inverse, les villes de l'Europe de l'Est et du Sud bénéficient d'une meilleure fréquentation, malgré des investissements plus faibles.

Ces considérations ne viennent pas démentir les politiques et les mesures mises en œuvre dans les villes pour améliorer les performances des transports publics, pas plus qu'elles ne sapent la compréhension globale des conditions favorables aux décisions de politique en matière d'investissements en BHNS. En réalité, toutes ces villes sont à la recherche d'une politique de transports publics capable d'améliorer les performances de leurs réseaux de transports en commun et de la mobilité durable dans leurs aires urbaines.

---

Le contexte urbain et des transports associé à la mise en œuvre de systèmes de BHNS est variable ; les solutions recherchées pour le système dans son ensemble le sont donc tout autant : fréquence, régularité, gestion de la qualité, vitesse commerciale, ponctualité, marketing et capacité. Les études de cas examinées ont conduit aux constats suivants :

- des villes petites à moyennes équipées de réseaux de BHNS complets (p. ex. Almere)
- une hiérarchie intégrant les BHNS au niveau le plus élevé sous formes de lignes structurantes (p. ex. Jönköping, Lund)
- des BHNS en complément du réseau ferré et de tram (p. ex. Essen, Nantes, Trans-Val-de-Marne, Hambourg)
- des BHNS remplissant plusieurs fonctions opérationnelles (lignes transversales, radiales, tangentielles, principales ou même périphériques).

Nous observons que la part modale des transports publics est la plus importante lorsque la politique, la planification et la mise en œuvre des transports envisagent les transports publics comme un mode prioritaire par rapport aux voitures. Zurich (50%), Stockholm et Barcelone (env. 40%), ainsi que les grandes capitales telles que Madrid (32%) ou Athènes, constituent des exemples pertinents de ce choix. Ce phénomène peut également être observé dans les capitales d'Europe centrale et de l'Est (p. ex. Prague et Bucarest), où les transports publics ont bénéficié d'une intégration importante. Il est à noter que la part modale n'est pas uniquement liée au nombre d'habitants d'une agglomération. Par exemple, les 20 % de part modale des transports public de Jönköping, une ville peu peuplée (125 500 habitants), sont comparables aux 28 % constatés dans la ville suédoise de Göteborg (530 000 habitants) ou aux 20 % atteints par le TVM à Paris.

## **2.- Concept pour une typologie du réseau fondé sur le bus**

Depuis quelques années, on peut observer en Europe une tendance au développement d'une « hiérarchie » au sein des réseaux de transports publics. La hiérarchisation des modes (p. ex. métro, tram et bus) a toujours existé, mais nous sommes actuellement témoins de l'émergence de hiérarchies au sein même du mode bus. Cette « hiérarchisation » se manifeste dans les mises en œuvre récentes de systèmes de BHNS offrant des niveaux de service différenciés et souvent distingués par des stratégies d'identification spécifiques. Cette tendance est principalement appliquée dans les réseaux les plus vastes.

Nous observons qu'une classification des lignes de bus peut être établie selon leurs différentes fonctions au sein même du réseau, comme l'illustre la figure 9 ci-dessous. Elles sont alors exploitées dans différents contextes urbains présentant des besoins de capacité, et parfois des exigences opérationnelles, distincts.

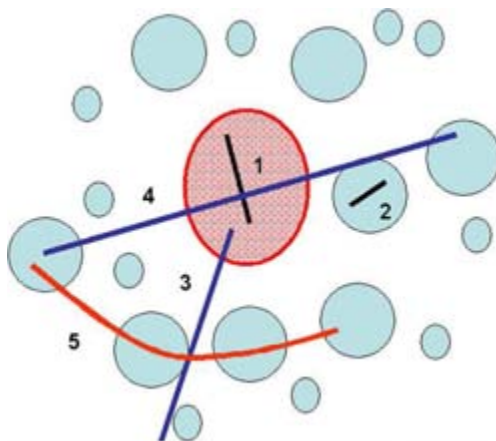


Figure 9 : Typologie des études de cas de BHNS (source : 35 études de cas de l'action COST BHNS)

- 
1. *Itinéraires urbains (hypercentre)* : exploités au cœur des aires urbaines.
  2. *Itinéraires locaux ou de distribution* : circulation locale dans les banlieues proches ou lointaines, itinéraires périphériques compris.
  3. *Itinéraires radiaux ou de rabattement* : liaison entre une zone périphérique ou l'arrière-pays et le centre de l'aire urbaine.
  4. *Itinéraires transversaux* : liaison entre différentes zones des aires urbaines / périphériques via le centre-ville.
  5. *Itinéraires périphériques / tangentiels* : liaisons entre zones périphériques sans desserte du centre.

Cette classification est particulièrement pertinente pour les BHNS car les caractéristiques techniques et de performance de ces systèmes tendent à refléter la spécification fonctionnelle de l'itinéraire. Les 35 échantillons issus des études de cas ont été classés parmi les 5 types d'itinéraire qui suivent. Ils forment la typologie des systèmes de BHNS européens tels qu'ils sont mis en œuvre à l'heure actuelle. Les première et troisième catégories rassemblent la majorité (68 %) des cas étudiés.

- **Type 1** : les lignes intra-urbaines desservant l'hypercentre représentent 37,1 % des échantillons, soit les 13 cas suivants : Lisbonne (ligne Junqueira), Utrecht, Prague (ligne 213), Bucarest, Jassy, Brescia, Prato, Madrid (ligne 27), Hambourg (Metrobus), Castellón, Nantes (Busway), Barcelone (ligne 64) et Stockholm (bus bleus).
- **Type 2** : itinéraires locaux ou de distribution, qui regroupent deux cas : Almere et Kent (Fastrack).
- **Type 3** : itinéraires radiaux ou de rabattement reliant une zone périphérique au centre-ville, qui regroupent 31,4 % des échantillons, soit 11 cas : Dublin Malahide (QBC), Oberhausen, Essen, Athènes (airport line), Madrid (lignes VAO), Lund (ligne Lundalänken), Manchester, Purmerend et Zurich (ligne 31).
- **Type 4** : lignes transversales, soit 7 cas et 20 % de nos échantillons : Lorient (Triskell), Rouen (TEOR) et Göteborg (ligne 16), Jönköping (Citybussarna), Leeds, Twente et Cambridge (Busway).
- **Type 5** : itinéraires périphériques ou tangentiels, soit 3 lignes de BHNS (8,5 %) : Paris (TVM), Amsterdam (Zuidtangent) et Helsinki (ligne Jökeri).

### **3.- Pratiques et données relatives à l'organisation hiérarchisée des réseaux fondés sur le bus**

Une enquête a été réalisée au sein du GT4 afin de comprendre les éléments suivants :

- objectifs ou raisons du lancement d'une telle hiérarchisation
- structure et hiérarchie fonctionnelle
- type, ou nombre, et description de la différenciation des lignes de bus dans le réseau urbain
- description de la typologie actuelle et, le cas échéant, de sa forme future
- identification des différents acronymes utilisés
- motifs de la hiérarchisation des lignes de bus par rapport au rôle fonctionnel attribué à chaque (type de) ligne de bus. À l'inverse, raisons motivant la décision de renoncer à la hiérarchisation des lignes de bus
- au sein de cette typologie, caractéristiques principales définissant les différents types concernés

Le document complet du GT4 présente les différents aspects de cette tendance à la hiérarchisation sous la forme d'un tableau classé par villes interrogées et par ordre hiérarchique.

Les motivations et/ou les objectifs de la hiérarchie appliquée aux réseaux de bus ont été expliqués comme suit :

- *Grand Manchester* : l'objectif du réseau est d'accorder la priorité aux itinéraires radiaux et orbitaux en matière d'investissements, car ils sont des éléments essentiels aux mouvements de la population. GMPTE (l'autorité organisatrice) reconnaît les restrictions imposées au financement de l'amélioration des autoroutes ; elle cherche donc à investir dans les itinéraires présentant les taux d'utilisation les plus importants.
- *Hambourg* : rendre le réseau de bus plus évident, concentrer la demande. Il s'agit principalement de proposer des fréquences élevées en journée (intervalles de 3 à 10 minutes), des liaisons

---

transversales desservant plusieurs stations de métro et gares ferroviaires de migration pendulaire, de relier les banlieues au centre grâce à des itinéraires directs, d'attribuer des numéros de ligne spécifiques pour faciliter leur identification et de mettre à disposition un plan spécifique. Le réseau Metrobus n'utilise pas de couloirs bus spécifiques (il fait appel aux couloirs existants), pas plus qu'il n'a recours à des arrêts dédiés. Le concept de Metrobus mis en œuvre à Hambourg a ensuite été adopté à Berlin (depuis 2004) et Munich.

- *Prague* : améliorer la ponctualité et la vitesse et répondre à la capacité limitée des transports en commun dans certains corridors (p. ex. absence de transports publics ferroviaires) ; les raisons sont économiques.
- *Nantes* : la hiérarchisation a fait son apparition avec le renouveau du tram dans les années 1980 et s'est étendue au secteur du bus (schéma directeur d'implantation de lignes « Chronobus » jusqu'à l'horizon 2030) ; objectif : créer une ville de « distances réduites » ; raisons économiques : suppression passée et future de certaines lignes de bus peu efficaces.
- *Göteborg* : réduire la congestion ; objectif environnemental.
- *Zurich* : les principales raisons de l'établissement d'une hiérarchie sont le nombre de voyageurs utilisant les lignes de bus (problème de capacité) et la longueur de ces lignes. Une répartition de la demande n'est pas nécessaire dans cette ville qui impose des restrictions aux voitures depuis longtemps. L'adoption récente de couleurs pastel dans la carte topologique des principales lignes de bus visait à les démarquer des autres lignes de bus et à les rendre identifiables par les usagers. Une carte topologique est planifiée pour illustrer les modifications entreprises à l'horizon 2025. Elle se conformera au modèle topologique actuel et inclura les nouvelles lignes de tram et de bus, ainsi que les extensions et modifications des lignes actuelles.
- *Barcelone* : améliorer la lisibilité du réseau de bus ; raisons économiques.

#### **4.- Observations, résultats et leçons tirées de la hiérarchisation des bus**

Les principales raisons identifiées comme motivations/objectifs de la hiérarchisation du réseau de bus sont les suivantes :

- Rendre le réseau de bus plus clair et plus facile à appréhender.
- Réduire la congestion et contribuer à la lutte contre les problèmes environnementaux.
- Pour les investissements dans l'infrastructure, établir une échelle de priorité qui adopte la capacité potentielle comme critère principal (une capacité/un débit plus important justifiant un investissement plus substantiel en faveur d'un itinéraire donné).
- Concentrer la demande afin d'optimiser le taux d'occupation sur l'ensemble du réseau de bus (nombre de voyages par km parcouru).
- Augmenter le taux de couverture des coûts (suppression en conséquence de certaines lignes de bus peu efficaces).
- Définir des produits distincts au sein du réseau en relation avec les objectifs principaux.

Nous observons néanmoins que les motifs financiers demeurent en pratique prédominants dans toutes ces approches « hiérarchiques » (notamment à Nantes, Hambourg, Prague, et Barcelone). Les premières expériences menées à Nantes et à Hambourg, en service depuis quelques années, démontrent un impact très positif sur la fréquentation et la couverture des coûts. L'investissement dans les infrastructures (voies réservées, priorités aux carrefours, etc.) demeure l'outil fondamental permettant de parvenir au succès financier et de susciter l'intérêt des voyageurs (grâce à une amélioration de la régularité et de la rapidité du service).

Certaines hiérarchisations, accompagnées d'éléments dédiés et uniques (p. ex. le Busway à Nantes), aboutissent à une identification plus forte des lignes de BHNS par rapport aux systèmes (notamment le « Metrobus » de Hambourg) dans lesquels aucune véritable différence ne vient distinguer les véhicules et les arrêts des autres lignes de bus. Cependant, nous remarquons que l'exploitation de bus dédiés sur une ligne clairement identifiée s'accompagne effectivement de coûts supplémentaires.

Nous observons une tendance consistant à offrir aux voyageurs une solution permettant d'améliorer la « lisibilité » du réseau de bus grâce à une identification indexée sur la fonction

---

ou sur le niveau de service de chaque itinéraire. Les mesures d'identification représentent des outils efficaces pour soutenir les activités de marketing.

Les villes intéressées par la hiérarchisation conçoivent plusieurs types de solutions fondées sur le bus : un éventail s'étendant des lignes locales aux systèmes de BHNS complets offrant une qualité de haut niveau.

Néanmoins, la hiérarchisation peut parfois conduire à des effets négatifs. Par exemple, on note une augmentation de la proportion de correspondances à Jönköping. Une étude menée par l'université de Lund a mis en évidence la disparition de liaisons directes particulièrement appréciées de certains résidents suite à la mise en place du nouveau réseau de BHNS. Cette situation peut être rendue moins désagréable/décourageante s'il est possible de garantir le niveau de qualité, un objectif réalisé grâce à l'adoption d'une approche de BHNS.

*BHNS : un  
large éventail  
de solutions*

Chaque contexte urbain étant unique, il est finalement possible de dégager les conclusions suivantes :

- En matière de transports publics, il revient à chaque autorité de définir et d'établir sa propre hiérarchie par l'intermédiaire de l'aménagement urbain adopté. Le concept de BHNS doit être perçu comme une méthode ou une directive à destination des décideurs locaux visant à la conception de solutions diverses fondées sur le bus.
- L'identification des différents niveaux de service peut s'avérer fructueuse pour les voyageurs, tandis que la qualité du confort et des informations aux voyageurs doit atteindre un niveau élevé uniforme sur l'ensemble du réseau de transports en commun.

### 3.3 Enjeux sur le sous-système infrastructure (par le GT1)

Le sous-système « infrastructure » regroupe les voies de circulation (dédiées ou non, pourvues ou non de protections, exclusives ou partagées avec d'autres modes spécifiques tels les taxis ou les cyclistes, flexibles ou non), les carrefours, les arrêts, les ateliers et les dépôts.



*Twente agglonnet: 80% de voie dédiée dans une aire urbaine peu dense, une approche "système" très efficiente.*

Nous employons souvent le terme de **colonne vertébrale** pour décrire ce sous-système dans sa relation au système complet, car il constitue la base sur laquelle reposent la capacité, la fiabilité et la rapidité potentielles du système. Il garantit en outre sa pérennité dans le temps. Le site propre avec une priorité de passage (Right of Way, RoW), représente le composant **le plus stratégique** et le plus visible, mais également le plus onéreux.

L'optimisation de l'usage de l'espace routier afin de répondre au mieux aux besoins de l'ensemble des usagers, notamment les taxis, cyclistes, véhicules de livraison et bus de tourisme, parallèlement à ceux des bus, semble bien plus difficile à faire accepter pour le BHNS que pour un système ferré.

Dans les deux cas cependant, il s'agit également du sous système **le plus exigeant** : dans la plupart des cas, ces investissements aboutissent à une réduction de l'espace routier disponible pour les voitures particulières.

En outre, tout projet de BHNS est souvent confronté à des demandes d'usage des voies réservées par les taxis, cyclistes, véhicules de livraison, bus de tourisme, etc. De telles demandes semblent moins fortes dans le cas d'un projet de tram.

Enfin, il convient de considérer non seulement les impacts internes mais aussi externes de ce sous système, récapitulés dans le tableau 4.

*Voie réservée : la colonne vertébrale du système.*

Voies réservées	Impacts internes : sur le réseau	Fréquentation du réseau
		Transferts modaux (voitures, autres lignes de TC)
	Impacts externes : sur la ville	Prix fonciers et immobiliers / activité économique
		Pollution / gaz à effet de serre
		Accessibilité
		Image de la ville

*Tableau 4 : Impacts divers des voies réservées*

Chacun des 35 cas de BHNS étudiés a été développé dans un contexte de circulation particulier et dans le but de répondre à des besoins différents adaptés à un contexte local. La solution unique et universelle n'existe pas. La réponse efficace à un contexte donné peut s'avérer inadaptée ailleurs. Certains composants semblent toutefois plus essentiels, voire vivement recommandés. Les paragraphes qui suivent présentent les résultats de l'analyse de chaque composant et fait part des différentes tendances observées.

Dans la mesure du possible, leurs impacts internes (les performances du BHNS) ou externes sur la ville ou les autres modes sont mis en évidence.

### 3.3.1 Les voies de circulation observées

#### A- Typologies des voies réservées observées

Pour l'analyse des différents types de voies réservées sélectionnés, nous nous référons à la classification infrastructurelle présentée dans le tableau 5 ci-dessous, qui allie simplicité et intérêt pédagogique.

Celle-ci peut s'appliquer indistinctement à une ligne complète d'un terminus à l'autre ou à une section de l'itinéraire concerné. En outre, ces trois catégories peuvent toutes être mises en œuvre et exploitées selon une méthode flexible avec possibilité d'alternatives en fonction de la situation, voire de fonctionnement « en sens unique » dans les zones soumises à un grand nombre de contraintes (voir § 3.3.4).

Catégories de voies réservées	Type de système
<p><b>Catégorie A :</b> Voie réservée entièrement contrôlée dépourvue d'intersection à niveau et dont l'accès est interdit à tout autre véhicule ou personne. Elle peut également être qualifiée de voie réservée « dénivelée » ou « exclusive », avec une implantation souterraine, aérienne ou à niveau.</p> <p>Dans des cas exceptionnels, une voie réservée équipée d'intersections à niveau avec priorité totale aux feux et barrières de protection peut être considérée comme appartenant à la catégorie A, car de telles intersections n'ont pratiquement aucun effet négatif sur les performances de la ligne.</p>	Systèmes de transport rapides
<p><b>Catégorie B :</b> Elle comprend les voies réservées séparées physiquement (dans le sens longitudinal) du reste de la circulation à l'aide de bordures, barrières, dénivellations ou autres dispositifs similaires, mais pourvues d'intersections à niveau pour les autres véhicules et les piétons, empruntant notamment des carrefours classiques.</p> <p>Cette catégorie est la plus fréquente pour les systèmes de transport ferré léger (tramway).</p> <p>Les voies ou les routes réservées au covoiturage correspondent au niveau de qualité le plus faible de la catégorie B ; elles offrent une circulation plus fluide que les voies générales mais ne présentent pas de séparation entre les véhicules privés et les véhicules de TC, un critère qui représente l'élément essentiel pour doter les TC d'un statut prioritaire par rapport aux moyens de transport privés, statut qui se justifie par leur nature de service public et par leur efficacité supérieure.</p>	Systèmes de transport semi-rapides
<p><b>Catégorie C :</b> Elle regroupe les rues accueillant une circulation mixte. Les transport peuvent y bénéficier d'un statut privilégié matérialisé sous la forme de voies réservées séparées par des lignes (principalement en implantation latérale), une signalisation spécifique ou une circulation mixte.</p>	Systèmes de transport sur rue

Tableau 5 : typologie des voies réservées, source : prof. Vukan R. Vuchic, « Urban Transit systems and technology », 2007

Notre analyse des cas décrits a permis d'observer les points suivants :



- Une utilisation partielle ou très ponctuelle du type A. Cette situation a été observée sur 6 km à Oberhausen, ponctuellement à Paris (4 ponts dédiés au TVM), sur la ligne Zuidtangent qui dispose à Amsterdam de plusieurs ponts et d'un tunnel pour le BHNS, et sur le réseau de Cambridge (Guided Busway) qui dispose d'une voie réservée très protégée (par bordure), comme une voie ferrée.
- Une utilisation bien plus répandue du type B, dont les exemples les plus impressionnants comprennent le système Kent Fastrack, le Busway de Nantes, le TVM, la ligne Zuidtangent et les réseaux des villes de Twente, Almere, et Hambourg. La mise en œuvre en position centrale apparaît être la plus efficace. Ce type d'implantation, associée à une infrastructure de couleur différenciée, offre un service de catégorie B de bonne qualité (TEOR de Rouen, Fastrack).
- Une utilisation partielle du type C (principalement en implantation latérale) dans les zones offrant un espace limité ou lorsqu'il s'agit d'optimiser l'utilisation de l'espace routier avec un budget restreint. Dublin, Manchester et Grenoble ont retenu ce type de solution. Cette approche peut s'avérer très efficace dans certains contextes (p. ex. Lorient).



*Oberhausen, une impressionnante section commune "bus and tram" type A sur 6,3 km.*



*Zuidtangent: type A, l'entrée dans le plus long tunnel sous le tarmac (1,4 km)*



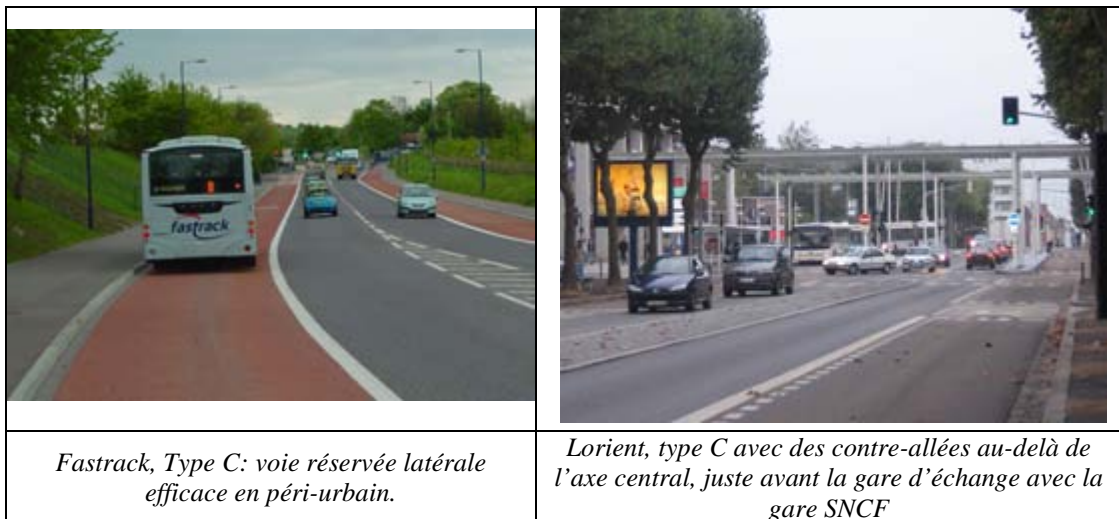
*Stockholm: type B au centre ville, site franchissable*



*Nantes, type B central très bien protégé*

La qualité de conception de la voie réservée (planéité, linéarité, absence de virages serrés, visibilité aux carrefours, contraste) est un facteur essentiel pour assurer une conduite souple (à Lorient notamment, une amélioration importante a été constatée à la suite de la mise en œuvre du projet), qui à son tour garantit confort, sécurité et économie d'énergie.

*La conception de l'infrastructure : un facteur clé pour une conduite confortable*



*Voie réservée sur autoroute : un marché émergent*

La présence d'une voie réservée sur autoroute peut être considérée comme un système de type A, les croisements étant dénivelés. En Europe, très peu de BHNS disposent d'une voie dédiée sur une portion d'autoroute. Il s'agit cependant d'un marché émergent d'importance.

- Madrid, le cas le plus abouti en Europe : 16 km de couloir bus réversible en position centrale sur l'autoroute A6 (voie unique réversible selon les heures de pointe), partiellement associé au covoiturage (voir le résumé relatif au système Bus-VAO), et relié à l'impressionnant pôle d'échange de Moncloa.
- Ligne Zuidtangent à Amsterdam : 5 km sur la bande d'arrêt d'urgence de l'autoroute A9, autorisée en période de congestion selon l'appréciation des conducteurs.
- Bruxelles : voie destinée aux lignes de bus express sur l'A4, mise en service en 2004 et 2008.
- Grenoble : 4 km réservés sur la bande d'arrêt d'urgence de l'A48 ; ouverture par l'exploitant en cas de congestion.
- Paris (Briis-sous-Forges) : construction d'un arrêt de bus sur l'autoroute A10 relié à un parc relais.



*Zuidtangent sur l'autoroute A9, utilisée en cas de congestion, comme indiqué sur le panneau, "En cas de congestion ligne de bus sur la bande d'arrêt d'urgence"*

Le système Zuidtangent sur l'autoroute A9 est simple, économique et jugé très efficace. L'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence demeure flexible, et l'expérience a démontré qu'elle ne présente pas de danger :

- Lancée en 1990, l'expérience a rapidement obtenu de très bons résultats au niveau de la sécurité.

- Son utilisation flexible, en cas de congestion uniquement, représente environ de 1 à 5 heures d'usage par jour, la congestion étant irrégulière. L'accès n'est pas autorisé aux taxis et aux cars de tourisme.
- La décision d'emprunter ou non la bande d'arrêt d'urgence revient au conducteur, dans le respect de règles spécifiques établies par les exploitants (accès interdit en cas de brouillard ou d'accident).
- Il n'y a pas de mise en évidence de la voie par contraste de couleur, et la signalisation verticale est exclusivement statique (très faible coût).
- Longueur de la bande d'arrêt d'urgence : environ 5 km (dans chaque direction) avec une à deux intersections.
- Plusieurs autres sites ont recours à cette solution aux Pays-Bas.
- Limitation de vitesse pour les voitures : principalement 100 km/h<sup>34</sup>. La limitation de vitesse imposée aux bus ne doit pas dépasser de plus de 20 km/h celle de la circulation générale (il convient de remarquer qu'il s'agit ici de bus urbains transportant des voyageurs debout : tout freinage brusque doit être évité).

### **B- Importance et rôle des voies réservées par rapport à l'ensemble de l'itinéraire**

Sur les différents sites étudiés, le pourcentage de voies réservées est extrêmement variable et son effet sur la fréquentation semble principalement lié au contexte plutôt qu'à la longueur ou à la qualité de ces voies dédiées, comme le montre la figure 10 ci-dessous.

*La voie réservée n'est pas un objectif mais un outil.*

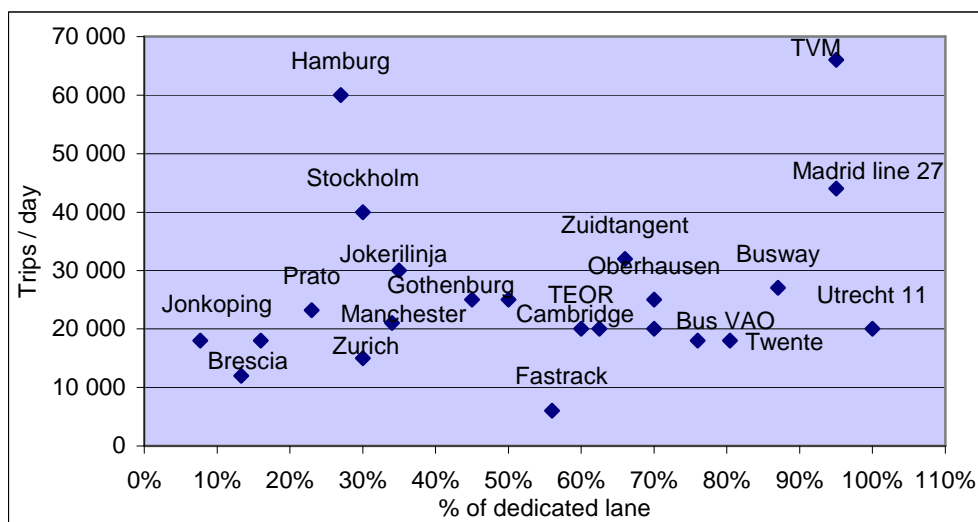


Figure 10 : Relation entre la fréquentation et le pourcentage de voies réservées.

On n'observe pas de relation entre la fréquentation et le % des voies réservées. Les BHNS mis en œuvre dans un corridor urbain dense (notamment à Hambourg et Stockholm) peuvent présenter une faible proportion de voies réservées tout en bénéficiant d'une fréquentation très importante.

À Stockholm, les voies réservées ont été limitées suite à l'abandon de l'objectif consistant à dévier une partie du trafic hors du centre. À Hambourg, les investissements en infrastructure ont été retardés devant la possibilité d'une reconversion de cette ligne vers le tram à court ou moyen terme (en débat...).

Ces deux exemples montrent ainsi certaines difficultés en matière de régularité, cette baisse de qualité est largement compensée par une information dynamique en temps réel efficace et une fréquence de service élevée.

<sup>34</sup> Pour des raisons écologiques, la vitesse sur autoroute est limitée à 100 km/h dans la majorité des sections du Randstad (région d'Amsterdam).

Dans les petites villes de Jönköping et de Twente, on observe des résultats contrastés : les BHNS montrent des proportions tantôt faibles et tantôt élevés de voies réservées, ce dans un corridor relativement peu dense. De tels contrastes sont également observés dans des villes bien plus importantes comme Hambourg et Paris (TVM). Les contextes locaux sont différents, cependant on constate une tendance, que plus la proportion de voies réservées est importante, plus la qualité de service sera fiable et pérenne sur le long terme.

Cambridge constitue un cas particulier (ouverture en août 2011 suite à des retards dus à des conflits relatifs à la qualité de construction des infrastructures). La ligne est très longue, elle relie un certain nombre de petites villes à Cambridge, expliquant ainsi le faible résultat obtenu en matière de fréquentation (l'un des plus faibles par km). Cependant l'accroissement de clientèle est au dessus de la prévision, montrant un projet très attractif.

Le système Fastrack présente une fréquentation très faible en raison de sa nouveauté ; il constitue la première phase d'un projet de renouvellement de friches industrielles dont le développement suivra la croissance de l'aménagement urbain en cours de développement. Ce résultat demeure en deçà des attentes initiales en raison de la crise économique actuelle (retard des opérations immobilières), mais un redressement de la situation est attendu. Ce projet est mené dans le cadre d'un PPP (partenariat public-privé) s'étalant sur 17 ans.

D'après la figure 11, nous n'observons pas non plus de relation claire entre la proportion de voies réservées et le taux d'augmentation de la fréquentation.

Le cas du TVM est particulier. Le chiffre indiqué dans le graphe traduit l'évolution de toute la ligne (17km) suite à une extension ouest d'envergure limitée (7km) :

- L'augmentation de la fréquentation de la ligne TVM Saint-Maur - Créteil/Rungis (17km) est de 334 % sur 15 ans.
- L'augmentation de la fréquentation de cette extension ouest de la ligne TVM Rungis/Antony est de 23 % sur un an.

Le cas de Jönköping est impressionnant, le projet étant parvenu à obtenir un service de qualité malgré un faible taux de voies réservées, et donc à un coût très limité. L'aire urbaine présente une densité et une congestion limitées. Des outils efficaces ont été introduits dans le cadre de ce projet, notamment des raccourcissements de l'itinéraire et une priorité à tous les carrefours (une mesure indispensable au maintien de temps de parcours stables). Un tel projet peut cependant être perçu comme plus vulnérable à long terme.

Le taux d'accroissement le plus important (sur la ligne périphérique Jökeri à Helsinki) est obtenu avec une proportion de 35 % de voies réservées, mais la ligne s'accompagne d'un grand nombre de mesures de priorité mises en place sur l'ensemble de l'itinéraire et à tous les carrefours cruciaux.

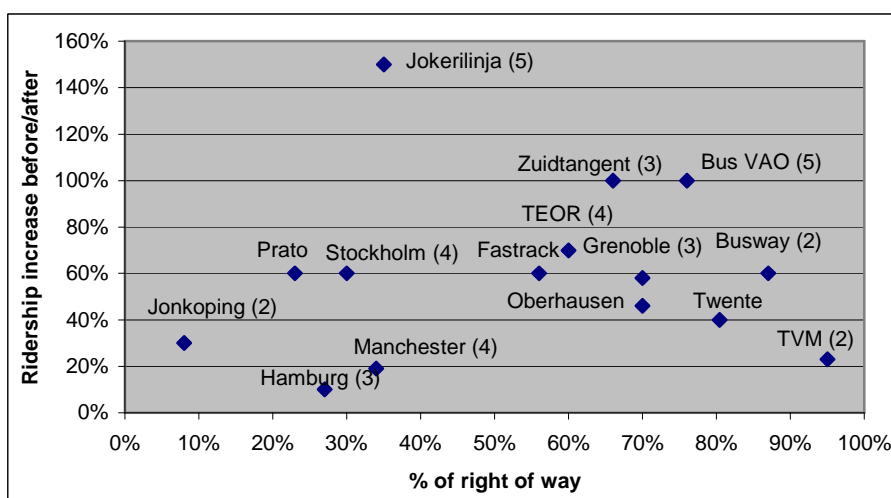


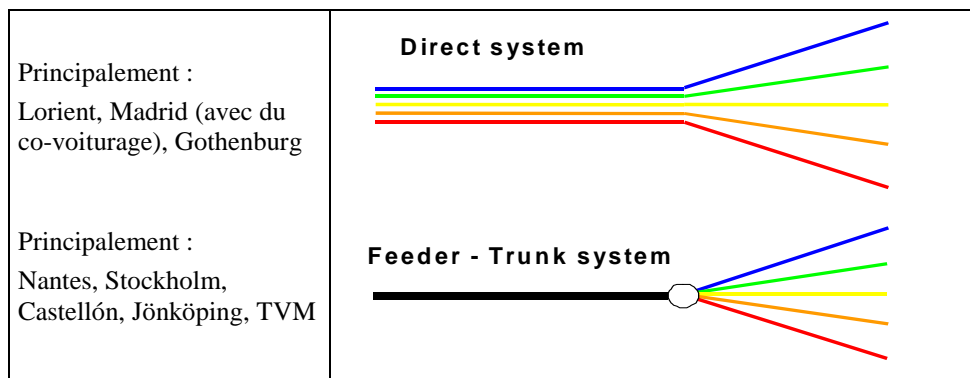
Figure 11 : Augmentation de la fréquentation : des résultats variables (le chiffre entre parenthèses correspond au nombre d'années concernées)

Associées à une priorité aux carrefours, les voies réservées permettent l'augmentation de la vitesse aux périodes de pointe uniquement, qui peuvent durer plusieurs heures ou être très brèves. La régularité à l'échelle de la journée s'en trouve alors consolidée (avec une stabilité accrue des temps de parcours pour les voyageurs), autorisant ainsi l'obtention d'une fréquence plus importante, facteur clé pour atteindre la capacité très attendue aux heures de pointe.

Dans leurs configurations A, B ou C (statiques ou flexibles), les voies réservées représentent des outils importants qui se justifient par le contexte local et les problèmes de régularité rencontrés.

On observe une vitesse plus importante sur les itinéraires périphériques pour lesquels les distances entre les arrêts peuvent être rallongées de manière significative. Dans ces cas, l'insertion de type A apparaît moins difficile à réaliser, et plus adaptée pour obtenir un gain important en vitesse commerciale moyenne, un facteur économique important dans tout projet.

### **C- Différentes organisations de service ou concepts de réseau**



Comme le montre le graphe ci-dessus, nous observons deux méthodes d'implantation des services au sein d'un corridor.

- Le système direct autorise la conservation des itinéraires existants afin d'éviter toute augmentation des correspondances (ce qui rebutent les voyageurs).
- Le système d'itinéraires en rabattement, ce qui augmente les correspondances, comme c'est généralement le cas du tram et plus encore dans les projets de métro.

Plusieurs BHNS associent ces deux tendances, notamment le TVM ou la ligne Zuidtangent, qui intègrent des lignes de bus secondaires sur des sections limitées, principalement dans les secteurs les plus fréquentés. Il est en réalité particulièrement intéressant de favoriser le réseau de bus secondaire et d'optimiser l'intermodalité entre ces lignes.

L'étude de la mobilité des voyageurs révèle souvent que très peu de lignes sont saturées dans le tronc commun ; il devient alors plus efficace d'optimiser le flux en restructurant le réseau grâce à la création de connexions regroupant le flux au sein de quelques lignes fortes de BHNS.

La principale contrainte de ces troncs communs est la gestion du flux des bus aux carrefours, qui subit les limites imposées par le cycle des feux, et ce d'autant plus si l'arrivée de ces bus est irrégulière.



*A Gothenburg, la ligne 16 a la plus forte capacité. Les bus bi-articulés ont leur propre quai, Le premier sur la gauche. Le second quai (derrière) est destiné pour toutes les autres lignes utilisant partiellement le corridor.*

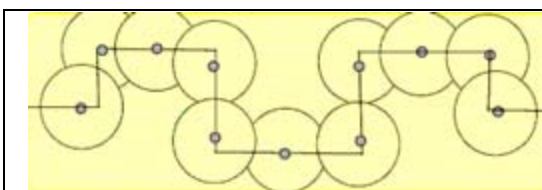


*Zuidtangent: voie de dépassement pour quelques quais*

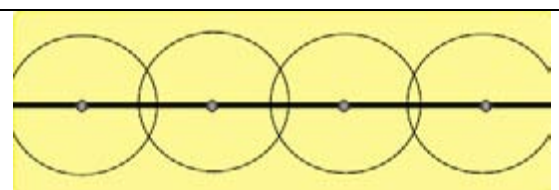


*Zuidtangent: entrée d'une ligne secondaire dans le corridor, sans gestion par feux – très bonne visibilité*

En ce qui concerne la conception de l'itinéraire dans son ensemble, l'illustration stylisée ci-dessous compare un itinéraire de bus urbain classique et un système de BHNS dont l'approche avoisine celle du métro.



*Ligne de bus exploitée en zigzag avec de faibles inter-stations, augmentant les coûts d'exploitation, les distances, les temps de parcours.*



*Malgré une distance d'approche plus longue aux arrêts, le résultat est plus efficace, les temps de parcours plus attractifs.*

**D- Voies réservées partagées avec d'autres modes (taxis, vélos, covoiturage, deux-roues, etc.)**

De manière générale, la plupart des BHNS décrits ne sont pas compatibles avec le partage des voies réservées avec d'autres modes, et ce principalement pour les raisons suivantes :

- La fréquence des BHNS les plus complets est importante.
- Lorsque la distance entre stations est au delà de 400 m, le bus peut aisément atteindre une vitesse de 50 km/h, incompatible avec celle des vélos.
- La priorité aux carrefours ne permet pas la gestion des autres modes, qui souvent ne souhaitent pas suivre la même voie réservée après le carrefour.
- Des problèmes de sécurité aux arrêts en cas de dépassement par d'autres véhicules.

L'éventualité de compromis doit cependant être étudiée, et peut s'avérer possible dans certains contextes, notamment sur de courtes sections en centre-ville ou dans des zones soumises à de fortes contraintes (p. ex. Prague, Manchester, Dublin) ; le cas de Madrid, avec une mise en œuvre sur autoroute, s'avère aussi impressionnant qu'efficace.

	
<i>Bus VAO à Madrid: partage avec du co-voiturage et des 2 roues motorisées, dans la première partie de la voie réservée – autoroute A6.</i>	<i>Prague: une voie partagée aux heures de pointe uniquement</i>

Nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Il convient de déconseiller tout partage avec les cyclistes dans le cas d'un couloir bus implanté en position centrale, et avec de grandes inter-stations.
- Les cyclistes faisant souvent preuve d'indiscipline (une éventualité d'autant plus probable dans les pays où leur proportion est importante), les conducteurs de bus seront toujours préoccupés par le risque d'intrusion de cyclistes, en particulier si ceux-ci n'ont pas d'alternative de circulation sûre.
- La cohabitation entre les bus et les vélos est plus adaptée aux aires urbaines denses qu'aux zones périphériques (où la vitesse des bus est plus importante).
- Il est difficile d'établir des règles de conception par manque d'expérience et de données concrètes.
- En cas de forte demande, il est intéressant de lancer une étude spécifique sur la sécurité et l'efficacité tenant compte de l'ensemble des paramètres et des solutions envisageables. Le recours aux compromis peut aboutir à des solutions acceptables.

### **E- Mise en œuvre dans une zone à vitesse limitée : des compromis inévitables**

En centre-ville, on voit apparaître de plus en plus de zones de modération de la vitesse destinées à améliorer les conditions de circulation des piétons et des cyclistes. Les projets de BHNS se retrouvent ainsi confrontés au problème de traversée de ces rues piétonnes et zones limitées à 20 ou 30 km/h, au sein desquelles les piétons bénéficient d'une priorité absolue.

Ces zones ne pouvant pas toujours être contournées, un compromis doit donc être trouvé.

Des solutions efficaces en raison de leur dimension réduite et de leur organisation minutieuse ont pu être observées.

À Lorient, le secteur du centre-ville est limité à 30 km/h. Les cyclistes sont autorisés à circuler sur la voie réservée aux BHNS, implantée en position centrale (photo ci-contre). La zone 30 étant particulièrement efficace, il est possible que la circulation des vélos soit préférable dans la circulation générale, notamment aux heures de pointe.



*Lorient : zone 30 au centre-ville*

À Hambourg, le Metrobus circule dans une zone limitée à 25 km/h relativement courte implantée dans l'une des zones commerciales les plus étendues du centre-ville. Les piétons et les cyclistes semblent bien respecter les diverses lignes de bus ainsi que celle du Metrobus, leur permettant ainsi de conserver leur régularité tout en roulant à vitesse réduite.

#### **F - Signalisation / protection / mise en évidence / mise en vigueur des couloirs bus**

Le contrôle sanction du respect des couloirs bus demeure un enjeu essentiel commun à tous ces projets ; la culture nord-américaine, qui privilégie les contraventions lourdes (jusqu'à 500 dollars), est très dissuasive, mais n'est en règle générale pas suivie en Europe.



*Différent types de panneau signalant la voie dédiée: Twente, TEOR, Fastrack, Triskel;  
Un marquage sur chaussée en entrée ou un bon contraste visuel sont toujours très efficaces.*



La mise en évidence des voies réservées grâce à un fort contraste de couleurs est toujours un avantage : elle souligne la priorité accordée aux bus et devrait faciliter son respect. Cette disposition a été adoptée à Rouen, Castellón, Paris (TVM) et dans l'ensemble du Royaume-Uni, en choisissant la couleur rouge.



Rouen: la couleur rouge adoptée pour toutes les voies dédiées – ici au centre ville.

Le recours aux « pièges à voiture » a été observé comme moyen de protection de l'accès à certaines voies réservées, notamment sur la ligne Zuidtangent, à Almere, à Jönköping et à Cambridge. Cependant, ils ne sont pas adaptés au cœur des aires urbaines.



Zuidtangent : protection de la voir réservée - (également observée à Almere et à Jönköping)

*Le BHNS doit pouvoir bénéficier des mêmes règles de priorité que le tram.*

<p>Signal de danger annonçant le croisement d'un tramway</p>		<p>Signal de priorité du BHLS; à gauche: une lumière rouge clignotante avec un "beep" pour les piétons et cyclistes</p>		

---

Nous observons ci-dessus que la signalisation d'avertissement relative aux BHNS est toujours dépourvue de logo représentant un bus. Il serait avantageux d'attribuer au BHNS les mêmes règles de priorité que celles du tram, avec des panneaux analogues.

La signalisation ne peut résoudre les problèmes découlant d'une conception malheureuse ou portant à confusion, en particulier lorsque la visibilité est inadaptée.



*Twente ; contrôle d'accès avec barrières et feu tricolore*

### **G – Structure de chaussée et problèmes d'orniérage observés**

Deux types de structure de chaussée sont possibles : l'asphalte et le béton. Deux raisons principales rendent le choix de l'une ou l'autre solution difficile :

- En ce qui concerne le coût du cycle de vie, les solutions à base de béton sont moins onéreuses en matière d'entretien, mais exigent un investissement supérieur (de 20 à 30 %). Son cycle de vie est bien plus important (40 à 50 ans en règle générale). Les lignes de BHNS de Zuidtangent et de Twente sont intégralement équipées de voies en béton.
- Les problèmes d'orniérage de la chaussée sont principalement observés aux arrêts ainsi que, dans une moindre mesure, sur les voies de circulation des systèmes guidés ou aux dimensions étroites. Le béton semble offrir une solution bien meilleure à long terme. Il est utilisé majoritairement en Europe du Nord (Suède, Royaume-Uni, Pays-Bas et Allemagne) et en Suisse.

L'asphalte est généralement utilisé lorsque les voies de circulation sont d'une largeur confortable. L'orniérage peut alors être observé sur des itinéraires lourds (haute fréquence, bus lourds, charge élevée). Ce phénomène est susceptible de perturber la qualité du système, notamment en matière d'accessibilité et de confort.



*Twente: toutes les voies réservées sont entièrement en béton, pour réduire les coûts de maintenance.*



*Cambridge: la voie de guidage est en béton, elle permet de réduire une maintenance qui serait peu pratique sur les 40 km – on observe aussi l'absence d'un réseau pluvial*

Le TVM a choisi un revêtement de surface « percolé » qui offre de bons résultats. La largeur des voies de circulation du TVM demeurant suffisamment large sur l'ensemble de l'itinéraire (7 km), il n'a pas été nécessaire de renouveler la surface de la chaussée avant environ 7 à 8 années d'exploitation, au cours desquelles le service s'est maintenu à un très bon niveau.

### **H – Largeurs des voies réservées**

Dans certains contextes, en particulier au sein des centres-villes les plus anciens présentant des rues étroites, la mise en œuvre des voies réservées souhaitées est soumise à des contraintes importantes. Un rétrécissement des voies réservées peut alors s'avérer utile. Le tableau ci-dessous propose quelques exemples de largeurs de voies réservées. Celles-ci sont liées à une limitation de vitesse et doivent être adaptées au contexte environnant.

	Sens unique	Double sens
30 km/h	3,25 m	6 m
50 km/h	3,50 m	6,50 m

*Tableau 6 : Quelques données extraites du guide français sur les BHNS publié en 2005, à adapter en fonction du contexte local*

### **Conclusion :**

Voies réservées avec priorité aux carrefours	Effets directs	Régularité
		Vitesse de circulation
	Mesures d'accompagnement ou associées	Fréquence / capacité
		Capacité du véhicule
		Stations durables sur le long terme
	Effets induits	Informations plus stables et précises (horaires, temps d'attente...)
Lisibilité du système dans son ensemble (voie dédiée, nouveaux services)		

*Tableau 7 : les effets d'un réseau équipé de voies réservées*

Les différents rôles et options possibles pour les voies réservées sont nombreux, avec des effets sur les performances aussi bien directs qu'induits. La priorité aux carrefours demeure un composant indispensable. Le tableau 7 propose un résumé de ces différents impacts.

---

### 3.3.2 Mesures de priorité aux carrefours

#### **Gestion des BHNS aux carrefours giratoires et des priorités associées**

Toute conception de la traversée d'un carrefour par une voie réservée sans dénivellation constitue une problématique difficile. L'objectif prioritaire doit être d'attribuer au bus une efficacité maximale.

Un carrefour giratoire classique présente trois inconvénients : un accès sans priorité, une entrée difficile à négocier par rapport aux voitures (véhicule long) et un confort diminué pour les voyageurs.

C'est pour cette raison qu'on observe un grand nombre de « traversées droites » de giratoires (nouveaux ou existants) et prioritaires sur les voitures circulant dans l'anneau (p. ex. Nantes, Lorient, Jönköping, Göteborg). En outre, en cas de voie réservée centrale, ce type de carrefour s'avère très utile pour permettre aux bus de rejoindre leur voie réservée centrale, une fois l'intersection franchie.

Les résultats observés d'après les descriptions des systèmes de BHNS s'avèrent efficaces en ce qui concerne la priorité aux carrefours giratoires, une phase spécifique étant réservée à la circulation des bus (une fonctionnalité relativement facile à programmer). La sécurité constitue cependant un enjeu plus problématique que dans les carrefours à feux, notamment dans les environnements les plus complexes, ou dans le cas des giratoires de grandes dimensions, dans lesquels la vitesse de circulation des voitures peut être élevée.



*Lorient : présence de nombreux giratoires traversés dans la zone 30 centrale ; ils sont dépourvus de feux tricolores en raison d'une circulation irrégulière des bus (regroupant jusqu'à 8 lignes).*

#### **Différents types de feux de signalisation, parfois pourvus d'aide à la conduite (SIC)**

Au vu de l'ensemble des sites visités, l'utilisation de feux de signalisation spécifiques aux trams et aux bus circulant sur la voie réservée présente de nombreux avantages. Ces feux sont dotés de symboles blancs afin d'éviter toute confusion avec les feux de signalisation colorés classiques. En France, cette signalisation est uniquement autorisée pour les trams et les bus ; la voie réservée ne peut alors être partagée avec les cyclistes et les taxis.

Les photographies ci-dessous illustrent 3 types de feux de signalisation observés qu'il est impossible de confondre avec les feux classiques. Il n'existe pas de norme européenne sur ce signal.



*3 types de signaux lumineux, tram et bus : Hamburg, Zurich, Twente, Stockholm*



*Almere: annonce de la phase verte, calée pour limiter la vitesse d'approche des bus, inférieure à 40 km/h, pour des raisons de sécurité et de confort de conduite*



*Nantes: le signal d'arrêt R24 dans tous les giratoires (le même pour le tram)*

En centre-ville, il arrive souvent que plusieurs lignes de TC convergent vers le même carrefour. On constate en général un faible niveau de circulation automobile et une vitesse réduite, mais un niveau élevé de modes actifs.

Dans de telles situations, la solution consiste souvent à se passer de feux de signalisation (le tram étant toujours prioritaire).

Comme l'illustre la photographie ci-dessous, Zurich a fait le choix de recourir systématiquement à un agent de la circulation pour la gestion du trafic, une présence restreinte aux heures de pointe.



*Le centre-ville de Zurich, vers lequel convergent plusieurs lignes de tram, ainsi que la ligne de bus 31 avec bus bi-articulés.*

---

### 3.3.3 Conception des stations / arrêts

Dans les systèmes de BHNS, une station (voir la définition dans le glossaire) ne se résume pas à un simple arrêt de bus susceptible d'être déplacé pour n'importe quelle raison (p. ex. des travaux sur les réseaux souterrains de distribution d'eau, de gaz, etc.). Une station est une construction qui doit être pérenne ; elle structure l'espace qui l'entoure en adéquation avec le rôle central conféré à la ligne, à la manière d'un système de BHNS complet ou de tram.

Par conséquent, tous les réseaux enterrés doivent être déviés lorsque leur tracé rencontre une telle station.

#### A – Effet de la distance entre les stations

La vitesse commerciale est véritablement stratégique pour l'aspect économique du projet. Comme l'illustre la figure 12 ci-dessous, sa corrélation avec la distance entre stations demeure bien sûr fondamentale.

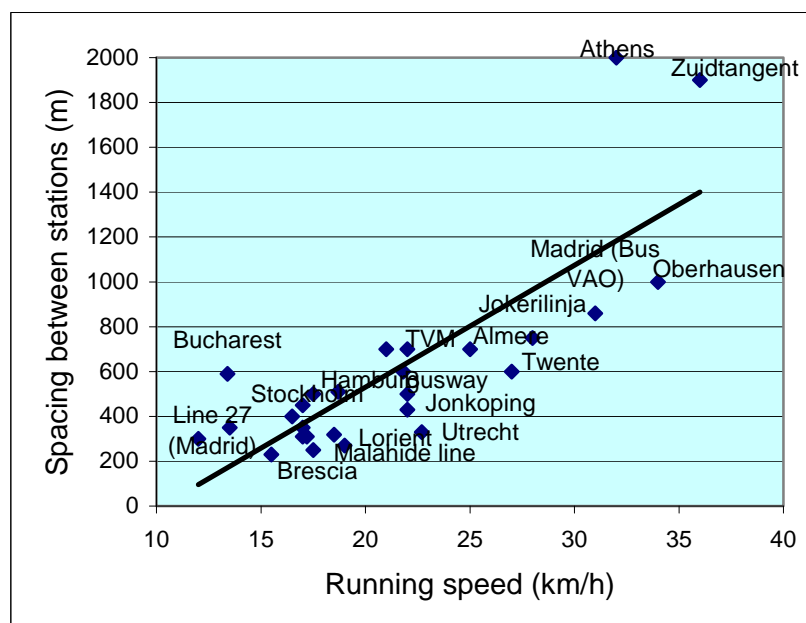


Figure 12: forte corrélation entre distance entre station et vitesse commerciale.

Nos principales observations sont les suivantes :

- Un prolongement de la distance interstation jusqu'à une moyenne de 400 à 500 m semble constituer un minimum pour les projets de BHNS. À Stockholm, par exemple, cette moyenne, initialement de 200 m, a été portée à 450 m par la suite pour des raisons financières (augmentation de la vitesse).
- L'espacement est très variable entre les zones centrales et les itinéraires périphériques, comme le démontrent les systèmes suivants :
  - o Zuidtangent : la distance interstation varie de 700 à 5 000 m sur la section empruntant l'autoroute (Purmerend présente également des variations importantes).
  - o Cambridge : la distance interstation varie de 400 m dans les sections urbaines à 2 500 m sur la voie de guidage reliant les zones denses.

- 
- Les distances les plus faibles sont constatées sur la ligne 27 de Madrid (300 m) et à Utrecht (350 m), deux systèmes mis en œuvre dans des zones à forte densité, ainsi qu'à Lorient (270 m) et Dublin (250 m). Ces projets sont conçus pour conserver les arrêts existants, l'objectif d'amélioration du service s'appuyant exclusivement sur la priorité de passage.
  - Les groupes de travail 2 et 3 ont mis en évidence le fait qu'une augmentation de la distance interstation constitue un inconvénient pour les voyageurs, car la distance de marche augmente. Cet aspect est problématique pour les personnes âgées ou handicapées.

## **B – Confort, conception et équipement observés**

Une station (implantée sur une voie réservée ou au sein d'une zone de circulation mixte) exige un haut niveau de sécurité de traversée piétonne, un nombre suffisant de refuges par rapport à la fréquentation, un accès rectiligne pour les bus, une largeur de quai adaptée à la demande et toutes les caractéristiques permettant d'obtenir un design attractif et visible (stratégie d'identification de l'itinéraire).

Les stations de BHNS les plus remarquables sont associées aux systèmes reconnus les plus complets.

On peut notamment citer les cas de Nantes, Rouen et Paris (TVM), du Kent Fastrack, de Cambridge (en exploitation depuis août 2011), d'Helsinki (ligne Jokeri), de Lorient, de Jönköping et de la ligne Zuidtangent. Ces stations jouent un rôle essentiel dans l'identification des lignes de BHNS sur l'ensemble de leur itinéraire.



*Busway: une identification spécifique pour toutes les stations – celle-ci a une forme ronde particulière, lieu d'échange avec la ligne 1 de tramway au centre ville.*

Lorient : le maître d'ouvrage a demandé au concepteur une conception « linéaire » de l'infrastructure, le résultat offre un trajet du bus particulièrement confortable.

Tous les projets les plus ambitieux se sont dotés de distributeurs billettique dans l'intégralité ou la majorité des stations. C'est notamment le cas du Busway de Nantes, de la ligne Zuidtangent, ou encore du TEOR de Rouen. D'autres BHNS à la capacité ou au trafic plus réduit, comme la ligne Kent Fastrack et le réseau Cambridgeshire Guided Busway, ont également adopté ces systèmes de billettique aux stations.

La vente de tickets par le conducteur n'est pas efficace, surtout pour les lignes fortes, et peut entraîner des retards importants aux heures de pointe. Elle peut également perturber le bon déroulement des requêtes de priorité aux feux.

Aux Pays-Bas, en Suède et au Royaume-Uni, on observe une forte tendance à l'intermodalité avec le vélo ; presque toutes les stations disposent ainsi d'un espace de stationnement vélo « Bike and Ride ».



Twente, espace vélo à presque toutes les stations



Cambridge: un quai large incluant une forte intermodalité vélo avec abri

### **C – Tendence en matière de qualité des dispositifs d'accostage / des pratiques de guidage**

L'investissement dans des dispositifs offrant un accostage de haute qualité au niveau de toutes les portes est très important pour les BHNS de grande capacité. Cela permet de réduire et réguler la durée des arrêts en station tout en offrant une excellente accessibilité.

*Les systèmes de guidage exigent une approche complète du BHNS.*

En l'absence d'un système de guidage, les arrêts doivent disposer d'une entrée du bus en ligne droite (en cohérence avec la longueur des véhicules) ; la hauteur de bordure doit être compatible avec le type de bus et de rampe installée (hauteur préconisée de 18 à 21 cm en général) ; les quais du Busway de Nantes, présentent une hauteur de 27 cm, avec des véhicules articulés équipés de « mini rampes » de 30 cm sur les deux premières portes.

Systèmes de guidage	Avantages	<p>Lacunes régulières, accessibilité pour tous – lacunes pouvant être inférieures à 5 cm</p> <p>Pas de rampe</p> <p>Pas ou moins de contact pneu / bordure</p> <p>Temps aux arrêts maîtrisés (régularité, vitesse)</p> <p>Image du système</p> <p>Site protégé en cas de guidage par bordures</p> <p>Confort de conduite</p> <p>Compatibilité avec le tram (même hauteur de bordure – autour de 30cm)</p> <p>sécurité</p>
	Inconvénients	<p>Une flotte spécifique est demandée.</p> <p>Hauteur de quai non compatible avec les bus communs.</p> <p>Effet de barrière avec un guidage par bordure.</p>

Tableau 8 : analyse de l'intérêt potentiel d'un outil de guidage

3 variantes de dispositif de guidage des bus ont été décrites et observées dans le cadre de cette action COST :

- Guidage optique à Rouen (depuis 2001) et à Castellón (depuis 2008).



- Guidage mécanique par la bordure à Cambridge, développé pour la première fois à Essen en 1980 et dans plusieurs villes du Royaume-Uni (Leeds) et hors des frontières de l'Europe<sup>35</sup>.
- Guidage magnétique à Douai (qui n'est pas encore opérationnel car il n'est pas encore homologué).

Pour les lignes fortes, ces systèmes de guidage demeurent un outil efficace pouvant justifier les coûts additionnels engagés. Un niveau infrastructurel élevé (approche BHNS) est une condition nécessaire au succès visé. Bien que les deux premiers systèmes soient différents, le tableau 8 récapitule les avantages et inconvénients communs à ces dispositifs.



*Rampe manuelle : observée dans les BHNS en Suède, Pays-Bas, Allemagne; souhaitée pour 2 raisons, faible demande de fauteuils roulants, contraintes plus forte dans le nord – elle est actionnée par le conducteur (même pour le bi-articulé de Hambourg).*

#### **D - Qualité de la chaussée aux arrêts (problème d'orniérage)**

L'utilisation de solutions entièrement en béton (ou BCMC, béton de ciment mince collé) est observée principalement en Europe centrale et du Nord (Suède, Royaume-Uni, Pays-Bas, Allemagne), ainsi qu'en Suisse.

Cette solution offre une durée de vie importante, un accostage efficace et un contraste visuel intéressant au niveau des arrêts.

Le revêtement « percolé » peut constituer une solution alternative, bien qu'il ne soit pas adapté à un usage intensif. Il a été retenu pour l'ensemble des stations du Busway de Nantes.



*Zurich, presque toutes les stations sont en béton (BCMC)*



*Almere: toutes les stations sont en béton (BCMC)*

<sup>35</sup> À Cleveland (États-Unis) ce système, mis en œuvre récemment, est équipé d'une roue de guidage sur le côté droit uniquement (absence de bordure de guidage à gauche) ; elle devrait offrir une protection des roues efficace à chaque station.

---

### 3.3.4 Configurations de voies réservées flexibles, inhabituelles ou innovantes

On a pu observer certains exemples particulièrement intéressants, qui sont détaillés ci-dessous. Ils sont porteurs d'idées pour de futures innovations :

#### **Une solution de voie réservée alternative dans un site contraint**

Le cas de Rouen constitue un bon exemple. Le bus emprunte la voie réservée avant le carrefour afin d'obtenir la priorité ; il rejoint ensuite la voie mixte en restant positionné devant les autres véhicules.

#### **Une exploitation en voie unique au droit d'une station dans une section étroite**

Le Busway de Nantes dispose d'une courte section à voie unique efficace implantée au niveau d'une station. Elle est dépourvue de signalisation bien que la fréquence de circulation soit élevée (3 minutes ou moins), les vitesses des bus sont lentes.

#### **Une exploitation en voie unique dans une voie réservée**

Ci-dessous, le cas d'Almere, qui propose une solution efficace pour modérer la vitesse des bus à l'approche d'un croisement important piétons et vélos. La signalisation est statique.



#### **Une exploitation en voie unique dans un carrefour dépourvu de signalisation.**

Le projet de Twente est situé dans une zone à faible densité. La photographie ci-dessous illustre un exemple de voie rétrécie, en voie unique pour les bus, se limitant à la zone du carrefour. Elle offre une protection accrue des traversées piétonnes ainsi que des zones d'attente pour les voitures souhaitant tourner à gauche.



*Twente : Voie unique dans le carrefour*

### **Voies de dépassement au niveau des stations sur les corridors empruntés par plusieurs lignes**

Le cas de Göteborg constitue un bon exemple de voie de dépassement. La ligne de BHNS a son propre quai et bénéficie d'une priorité efficace dans le tronç commun associé à plusieurs lignes secondaires de capacité inférieure s'arrêtant sur un quai spécifique. L'échangeur voyageur avec ces lignes est ainsi rendue efficace (voir les photos du paragraphe 3.3.1 C).

Les lignes de BHNS d'Almere et Zuidtangente proposent d'autres exemples ; plusieurs lignes secondaires empruntent une partie du tronç commun sur des arrêts différents.

### **Une voie réservée traversant un carrefour à géométrie circulaire sans feux de signalisation**

Le cas de Lorient, mis en œuvre dans une zone 30, constitue ici un bon exemple de cette solution (voir photo à la section 3.3.2). On ne peut pas appeler ce carrefour « giratoire », car il n'y a aucune priorité dans l'anneau.

### **Utilisation des couloirs bus aux heures de pointe uniquement**

Parmi les mises en œuvre réussies de cette solution, on peut citer la ligne de Zuidtangente, qui utilise la bande d'arrêt d'urgence de l'autoroute en heure de pointe en s'appuyant sur une signalisation exclusivement statique (voir le commentaire et la photo du paragraphe 3.3.1 A), ainsi que le cas de Purmerend, doté de zones tampons et de barrières.

### **Barrières de protection pour une traversée pour vélos et piétons d'une section rapide de la ligne Zuidtangente (70 km/h)**

Cette mesure de sécurité est très visible et permet aux BHNS de conserver une vitesse élevée, non compatible avec un franchissement sans protection. (voir photo dans le paragraphe 3.5.9).

### **Carrefour sans feux tricolore mais adoptant des feux d'avertissement au sol**

Le projet de Twente (ci-dessus) est un exemple d'approche sans feux de signalisation d'un carrefour de taille modeste. Au carrefour, les automobilistes rencontrent un stop pourvu de petites lumières d'avertissement placées au sol sur toute la largeur de leur voie avant l'intersection. Ces lumières passent au rouge et clignotent lorsqu'un bus arrive.



*Twente: feux d'avertissement au sol à un carrefour, qui clignotent lorsqu'un bus arrive. Le panneau jaune indique « gestion du trafic modifié »*

### 3.3.5 Rôle des outils « infrastructure » dans la performance générale du système

Le sous-système « infrastructure » intègre un grand nombre de composants. Chacun d'eux a un rôle à jouer dans les performances globales du système, souvent en interaction avec d'autres composants de l'infrastructure ou d'un autre sous-système.

À partir des sites décrit et visités, le GT1 a conçu un tableau mettant en évidence ces différentes interactions, ainsi que les éventuelles influences exercées sur les performances globales du système de BHNS.

Le lecteur pourra constater :

- Tous les composants contribuent aux performances générales, en formant parfois des interactions complexes. Des interactions existent avec les deux autres sous-systèmes : les véhicules et l'exploitation.
- La conception d'un BHNS exige plusieurs compétences techniques différentes, notamment en matière de sécurité routière, de gestion du trafic, de requalification de voirie, de conduite d'opérations et d'architecture.
- Le sous-système « infrastructure » sera toujours l'élément central de tout système de BHNS. Chaque service propre à une agglomération fait toujours face à des problèmes spécifiques exigeant des recherches et des solutions sur mesure.
- Pour être en mesure de répondre à cette complexité, il est nécessaire de créer une « équipe de projet » ou un comité comprenant un spécialiste de chacun des aspects techniques à prendre en considération, de la conception à la mise en œuvre.

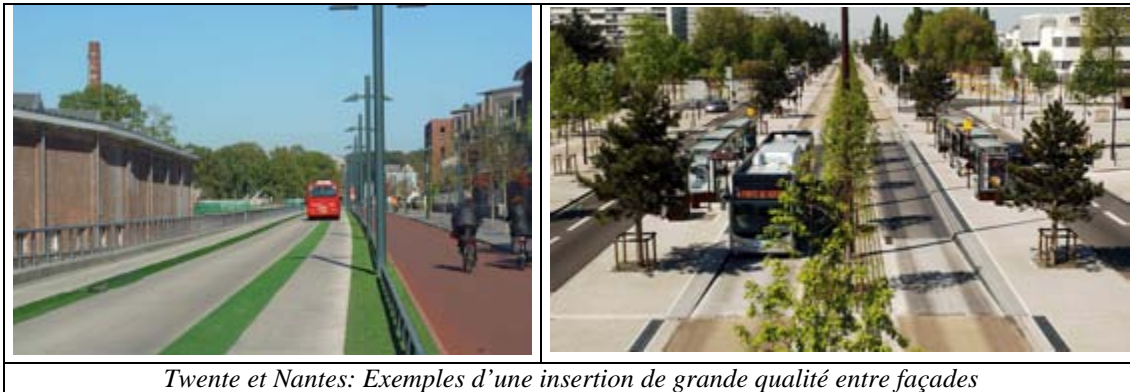
Le tableau est disponible dans le CD joint à ce document.

### 3.3.6 Insertion / amélioration / intermodalité urbaine

Comme c'est le cas pour n'importe quel projet de transport tel que le tram, l'insertion urbaine dans le respect d'une intermodalité efficace est un enjeu essentiel pour remplir ses objectifs en matière de fréquentation. Les coûts associés à l'insertion d'un BHNS peuvent cependant se révéler très lourds. Les coûts supplémentaires peuvent représenter de 20 à 40 % du budget total, en fonction du niveau de qualité pour lequel sont consentis les investissements. Les

contraintes locales sont toujours liées à ces coûts. Plusieurs aspects doivent être pris en compte :

- Qualité des travaux et exigences architecturales (vieux quartiers ou bâtiments, etc.), liées à l'image du quartier ou de la ville,
- Suppression des espaces réservés aux voitures (parking, voies destinées aux voitures) et construction de parc relais,
- Nouvelles voies piétonnes et cyclables,
- Stratégie d'identification du système via les stations, les équipements disposés sur l'itinéraire, etc.,
- Intermodalité (liée aux objectifs d'aménagement urbain) avec les vélos et les autres modes.



Dans toutes les approches système d'envergure, telles que les lignes Busway, TVM, TEOR, Zuidtangent et Fastrack, ainsi que les projets mis en œuvre à Lorient, Jönköping, Lund, Twente et Almere, les BHNS ont fait l'objet d'un renouvellement ou d'un développement urbain important.

Au Royaume-Uni (ligne Fastrack et Cambridge), aux Pays-Bas, en Allemagne et en Suède, des investissements significatifs en faveur de l'intermodalité avec le vélo ont été constatés. Ces mesures sont visibles au niveau des gares ferroviaires centrales ainsi que tout au long des itinéraires.



### 3.3.7 Coûts d'infrastructure

Les deux graphiques ci-dessous montrent une analyse des coûts d'investissement d'infrastructure des projets décrits. Ils couvrent les voies de circulation, les stations, ainsi que l'ensemble des travaux d'insertion nécessaires à la mise en œuvre de la priorité de

passage tels les ponts, tunnels, voies piétonnes ou cyclables, l'amélioration des places publiques, etc.

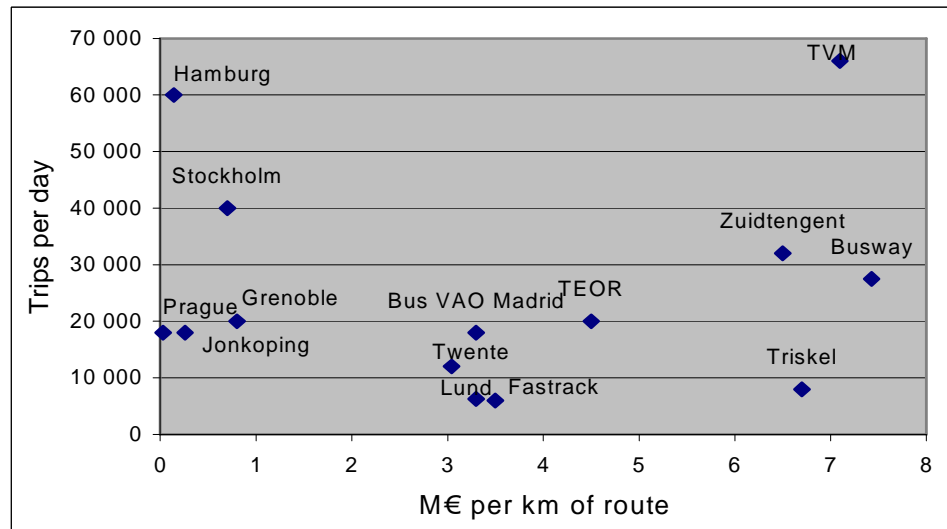


Figure 13 : coût d'investissement de l'infrastructure en relation avec le nombre de voyages par jour

Les véhicules, les ateliers ou encore les systèmes SAE entièrement nouveaux ne sont pas compris dans ces coûts car ils concernent généralement l'ensemble du réseau de bus.

Les mesures de circulation prioritaire, notamment aux feux, sont cependant prises en compte. Les cas les plus onéreux (TVM, Triskel, Zuidtangent) ont intégré des travaux de génie civil significatifs, notamment des ponts et des tunnels (tunnel important sous le tarmac de l'aéroport dans le cas de la ligne Zuidtangent), ou des dépenses lourdes dans des pôles d'échange (Busway de Nantes : pôle d'échange de Grèneraie desservant des lignes de bus périphériques et doté d'un parc relais).

Le coût le plus lourd engagé (dépassant les échelles des graphiques 13 et 14) correspond au cas d'Oberhausen, soit une dépense de 15 M€/km pour la construction d'une voie impressionnante exclusivement réservée aux lignes de tram et de bus. Il s'agit d'un projet de type A à 100 %.

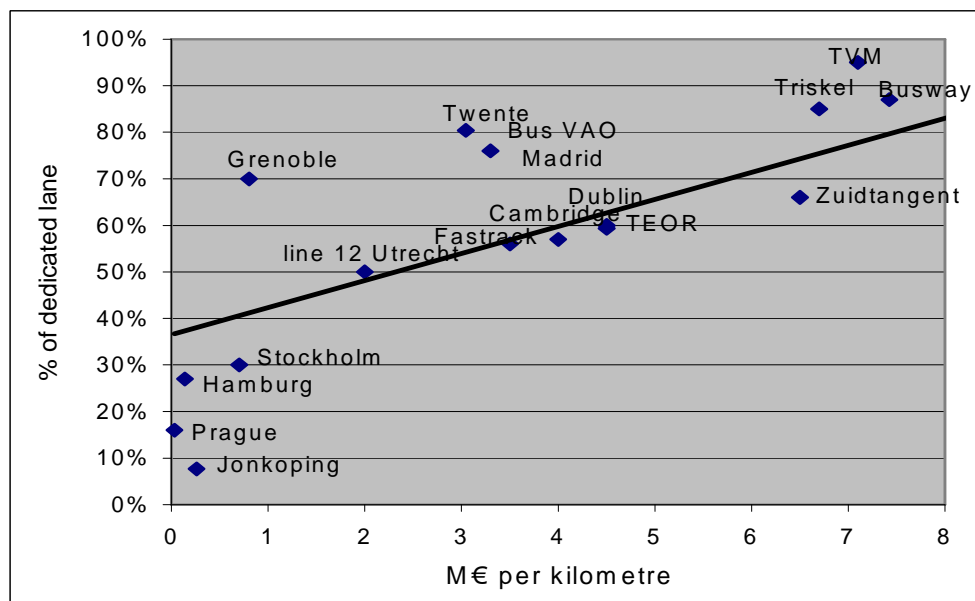


Figure 14 : Coûts des investissements d'infrastructure par rapport aux km de voies réservées

En conclusion, le tableau suivant propose une évaluation commentée des ratios de coûts des trois types d'infrastructure.

	Coût d'infrastructure M€ par km	Observation
Type A	15 / 30	Avec peu de fortes contraintes, Priorité la plus forte
Type B	6 / 10	Priorité aux carrefours généralement plus facile que pour le type C
Type C	1 / 4	Régularité dépendante de l'activité commerciale de la rue; Plus adapté au partage de la voie réservée avec les vélos / taxis.

Table 9: Ratio des coûts d'infrastructure selon le type choisi.



Madrid: BusVAO, entré nord de la voie dédiée réversible, au centre de l'autoroute

---

### 3.4 Enjeux sur le sous-système matériel roulant (par le GT2)

Cette section s'articule en trois parties.

La première partie, qui s'attache aux aspects qualitatifs, présente les pratiques observées en matière de matériel roulant au sein des BHNS européens. Elle aborde les aspects suivants : modèles de bus, accessibilité, nombre de portes, systèmes de guidage, confort à bord, technologies d'information et autres systèmes d'assistance, énergie, carburants et transmissions.

La deuxième partie (aspects quantitatifs<sup>36</sup>) traite de certains sujets d'intérêt à propos desquels le GT2 a mené des recherches ou des analyses appropriées.

La troisième partie aborde quelques aspects auxquels il convient d'être attentif lors du choix du véhicule.

#### 3.4.1 Analyse des aspects qualitatifs

La configuration des véhicules de BHNS englobe de nombreux aspects : dimensions, capacité, type de carrosserie, hauteur de plancher, système de propulsion, système de guidage et équipements électroniques et auxiliaires. Ils exercent tous une influence sur la capacité du véhicule à transporter des voyageurs efficacement et dans des conditions de confort raisonnables.

##### 1 – Modèles de bus

Les concepteurs disposent d'un large choix de dimensions pour les véhicules. Chaque type de véhicule est associé à des paramètres d'exploitation différents. Les systèmes au débit important nécessiteront vraisemblablement des véhicules de grande taille. Le principal avantage procuré par ces véhicules est une réduction des coûts d'exploitation (en particulier des coûts de main d'œuvre correspondant à la rémunération des conducteurs). Cependant, le recours aux véhicules plus grands n'est pas recommandé pour les lignes associées à une demande faible dans une perspective de haut niveau de service : ils ont tendance à entraîner un ralentissement des fréquences, qui se traduit par des temps d'attente plus longs pour les voyageurs.

La capacité d'un véhicule correspond à la somme de ses places assises et du nombre de voyageurs debout qu'il peut transporter.

Type de véhicule	Longueur (m)	Capacité (passengers)
Bus standard	12	80
Bus à impériale	12	95
Bus articulé	18	120
Bus bi-articulé	24	150
Tramway	43	280

Table 10: Comparaison de différents véhicules basée sur le standard de 4 personnes debout/m<sup>2</sup>

---

<sup>36</sup> Le critère général adopté pour ces indices se fonde sur un critère reflétant la consommation énergétique spécifique, selon lequel les exploitants européens définissent la consommation en carburant comme le rapport entre le nombre d'unités de volume de carburant consommé et les kilomètres parcourus (exprimé en général en l/100 km, ou en Nm<sup>3</sup>/100 km dans le cas des carburants gazeux). Il convient de noter que dans un tel cas, plus le chiffre (de consommation) est important et plus la situation est défavorable, et que tous les rapports définis obéiront au même principe.





< Bus à impériale : une bonne image en Angleterre et en Irlande (ici DublinBus), adapté aux rues étroites.

En règle générale, la hauteur d'un bus à un seul niveau est d'environ 3,4 m depuis le sol, les bus à plancher bas au CNG dotés de réservoirs sur le toit pouvant atteindre 3,8 m. Les bus à impériale (Berlin, Royaume-Uni, Irlande) correspondent souvent à des commandes spéciales. Ils nécessitent l'obtention de permis spécifiques en raison de leur hauteur dépassant 4 m, soit la hauteur maximale autorisée pour les véhicules utilitaires lourds selon la réglementation européenne.

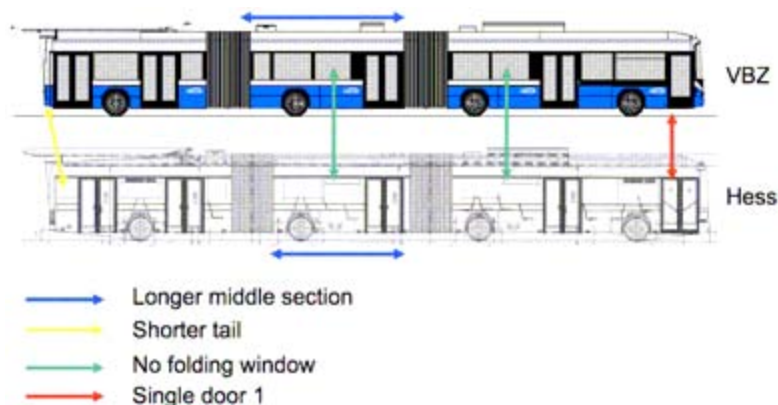
La taille du véhicule, le nombre de portes et leur implantation ont une influence sur la durée des arrêts. Pour la plupart des véhicules, l'ouverture/fermeture des portes et l'arrêt/départ d'une station requièrent environ 10 secondes. Cependant, si le véhicule est plus grand, un temps additionnel vient s'ajouter pour chaque mètre supplémentaire.

Le véhicule articulé de 18 m devient une solution très courante pour les projets de BHNS haute capacité. Par rapport à un bus classique, ce type de véhicule offre les avantages suivants :

- capacité supérieure de la ligne en termes de voyageurs / heure / direction,
- coût de la place-km inférieur,
- véhicules plus spacieux.

Parmi les inconvénients, on compte une complexité accrue de la géométrie en virage et des manœuvres aux terminaux, ainsi qu'une accélération et des performances en montée plus faibles.

Un nombre croissant de collectivités locales et d'entreprises de transports publics européennes témoignent de l'intérêt pour les bus bi-articulés de 24 mètres de long afin de satisfaire des besoins encore plus importants en matière de capacité.



*Modification du module de véhicule (fourni par VBZ Zürich) ; amélioration de la maniabilité et de l'accessibilité*

Ce type de matériel roulant est cependant rarement utilisé en Europe. Plusieurs raisons expliquent la dominance actuelle de l'articulation simple par rapport à la double-articulation :

- le nombre important de commandes de véhicules à simple articulation a permis de réduire les coûts grâce aux économies d'échelle réalisées lors de la construction ;
- à l'heure actuelle, seuls quelques constructeurs proposent des véhicules bi-articulés, ce qui limite la mise en concurrence lors du processus d'appel d'offres ;
- la longueur des véhicules bi-articulés (24 m et plus) nécessite une infrastructure adaptée (longueur, accostage) aux arrêts et aux ateliers d'entretien.

Des études de conception sont en cours pour répondre aux évolutions des besoins en matière d'image.

## 2 – Accessibilité, portes et rampes, guidage

Tous les efforts consentis pour allonger le véhicule peuvent être réduits à néant si ce dernier a un impact négatif sur la fluidité de circulation des voyageurs. Après sa longueur, c'est la hauteur de plancher par rapport au sol qui semble constituer l'une des caractéristiques physiques cruciales d'un véhicule. Les châssis sont généralement produits avec des hauteurs de plancher standard. L'offre propose trois options :

- plancher haut,
- plancher bas intégral,
- plancher mixte (composé généralement de 65 à 70 % de plancher bas), p. ex. conception à emmarchement bas.

Du point de vue des projets BHNS offrant un embarquement à niveau avec le quai, les deux configurations envisageables sont le plancher bas intégral et le plancher mixte. Les directives européennes actuelles imposent en outre un niveau d'accessibilité minimal ; en exploitation urbaine, les bus à plancher bas sont ainsi les modèles les plus répandus en Europe aujourd'hui.

**Les véhicules à plancher bas** rendent l'embarquement et le débarquement des voyageurs plus rapides et plus pratiques : les temps correspondants sont réduits de 20 % par rapport aux véhicules à plancher haut. Ces réductions peuvent aboutir à une capacité et un succès plus importants avec un nombre de véhicules identique. En l'absence de marches ou de lacune à enjamber, le temps nécessaire aux opérations d'embarquement/débarquement des usagers handicapés, ou pourvus de poussettes ou de landaus, peut être réduit de manière significative. Les dimensions, le nombre et la position des portes sont trois facteurs influençant l'efficacité de l'embarquement/débarquement.

Numéro de porte	montée	Descente avant	Descente arrière
1	2,0	2,8	1,6
2	1,2	1,5	0,9
3	0,9	1,3	0,7
4	0,7	0,9	0,5
5	0,5	0,6	0,4

Table 11: temps de montée et descente (secondes par passager pour le bus)



A Ostrava (CZ) trolleybus avec 4 portes



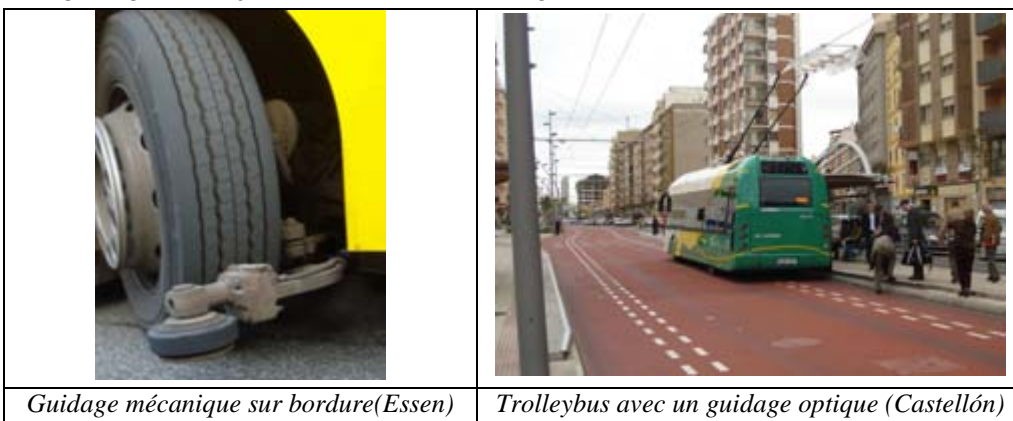
A Prague: bi-articulé avec 5 portes

On observe l'utilisation de **plusieurs types de portes** : portes battantes, portes pliantes à doubles panneaux, portes affleurantes et portes pivotantes. Les portes pliantes à doubles panneaux, pourvus d'une articulation centrale et au niveau de leur bord vertical extérieur, sont idéales pour les applications BHNS. Ce type de porte peut cependant dépasser à l'extérieur du véhicule, ce qui limite la distance minimale à laquelle un bus peut s'approcher de la bordure du quai. Les portes coulissantes représentent une autre possibilité. Malgré un mécanisme d'ouverture/fermeture parfois complexe, elles sont très efficaces lorsqu'une ouverture large (supérieur à 1,2 m) est nécessaire, car elles peuvent s'ouvrir sans débordement intérieur ou extérieur. Un grand nombre de véhicules est également équipé de rampes rétractables qui se déploient rapidement au-dessus de la lacune séparant la porte du quai.

**En matière de guidage**, il existe différentes configurations qui peuvent être classées selon la solution technique adoptée :

- *Guidage mécanique ou par la bordure* : il fait appel à des roues de guidage fixées aux fusées de l'essieu directeur et roulant sur la bordure. Une fois que le véhicule circule sur la voie de guidage, le conducteur n'actionne plus le volant : seules les commandes d'accélération et de freinage restent de son ressort. Lorsqu'il quitte la voie de guidage, le conducteur reprend le contrôle de la direction (Essen depuis 1980, Leeds, Cambridge depuis août 2011).
- *Guidage par rail central* : il utilise un rail central intégré à la chaussée. Ce système n'est pas mis en œuvre dans les systèmes de BHNS étudiés. Le système TVR semble avoir été abandonné (faible niveau de disponibilité) ; le Translohr dispose d'un guidage mécanique en continue, ce qui le classe parmi les trams.
- *Guidage optique* : il a recours à des caméras fixées à l'avant du véhicule, au-dessus du pare-brise. Elles détectent deux bandes parallèles peintes sur la route qui informent sur la position latérale du véhicule. Les données de position enregistrées sont transmises à un ordinateur qui prend les commandes de la direction du véhicule via un servomoteur (Rouen depuis 2001, intégralité du système de Castellón depuis 2008).
- *Guidage magnétique* : il fait appel à des aimants intégrés à la chaussée qui sont détectés par les capteurs embarqués du système de direction électronique. Rassemblant plusieurs magnétomètres, ces capteurs comparent la force des champs mesurés par chacun d'eux. Ces mesures permettent d'établir la distance latérale par rapport à l'aimant de référence et de la corriger en conséquence (Douai ; ce mode de guidage est toujours en attente d'homologation).

*L'adoption d'un système de guidage exige un bon niveau d'infrastructure.*

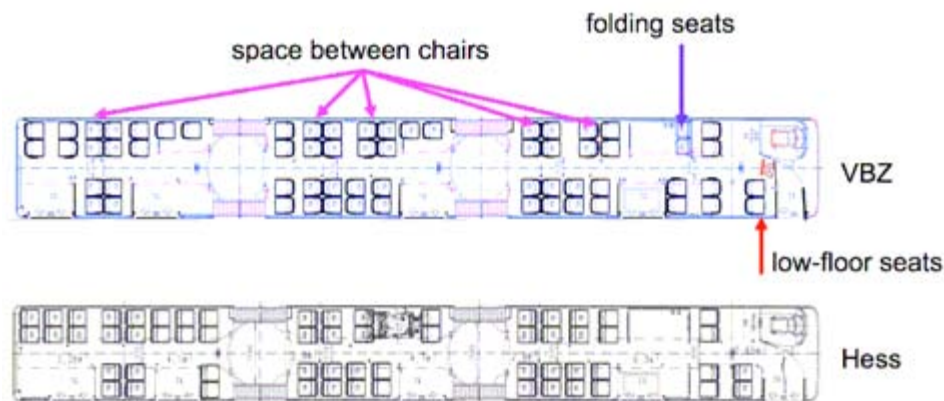


Il est également possible de faire une distinction supplémentaire entre les systèmes de guidage exclusivement réservés aux stations (Rouen) et le *guidage sur l'intégralité de l'itinéraire* (Castellón, ainsi que plusieurs cas de guidage sur bordure). Dans tous les cas, les véhicules ont la capacité technique de rouler sans guidage. Dans le cas du guidage sur

*La présence de lacunes régulières et de qualité est un atout pour une capacité importante.*

bordure, le fonctionnement du système sur l'intégralité de l'itinéraire implique normalement une plus faible largeur du site propre, et donc une consommation d'espace réduite.

### 3 – L'aspect particulier du confort à bord



Aménagement intérieur (Courtesy VBZ Zürich)

La conception de l'intérieur d'un véhicule peut avoir comme objectif l'optimisation du nombre de personnes que le bus peut transporter plutôt que du nombre de places assises. Un nombre de places assises plus faible augmente la capacité totale d'un véhicule donné. Si la longueur moyenne des trajets est modérée (mobilité urbaine), un taux de voyageurs debout plus important peut constituer une solution plus adaptée et plus acceptable. L'espace occupé par une place assise est d'environ 0,35 m<sup>2</sup>. La densité moyenne des voyageurs debout spécifiée par l'Union internationale des transports publics (UITP) est de 4 personnes au m<sup>2</sup> (soit 0,25m<sup>2</sup> par voyageur). La charge maximale d'un bus<sup>37</sup> est calculée en considérant que le taux de remplissage atteint 8 voyageurs/m<sup>2</sup>, soit quelque 0,125 m<sup>2</sup> par personne. D'autre part, un nombre réduit de places assises implique un intérieur plus ouvert améliorant les caractéristiques de circulation à bord. Le nombre de places assises dépend également beaucoup du nombre et de la position des portes et, dans le cas des bus à plancher bas, des prééminences correspondant aux passages de roues, aux réservoirs de carburant et aux moteurs.

Dublin QBC	Nantes Busway	Hamburg Line 5	Lisbon Junqueira	Amsterdam Zuidt'gt	Zurich Line 31	Stockholm Line 4	Pisa Red LAM
84	34	41	38	34	48	38	30

Table 12: % de places assises dans la capacité totale  
Données issues des fiches de description du système de l'action COST 603

La capacité d'un véhicule est influencée par la largeur de son allée centrale. Les véhicules à plancher bas conventionnels présentent une largeur d'allée minimale, située entre les passages de roues arrières (deuxième et troisième essieu sur les véhicules articulés), d'environ 60 cm. La contrainte provient de la largeur des deux pneus situés de chaque côté de l'essieu, de la géométrie de son système de suspension et de la nécessité de dégager de l'espace pour les composants de la transmission.

Lorsque la circulation à l'intérieur du véhicule est entravée, le temps de service consacré aux arrêts augmente car cela complique d'une part la descente du véhicule pour les voyageurs, et

Augmentation  
de la rapidité  
d'embarquement  
/débarquement :  
un enjeu  
essentiel du  
BHNS.

<sup>37</sup> En prenant en considération la sécurité et le comportement au freinage.

---

cela perturbe d'autre part la circulation des voyageurs entrants, entraînant ainsi une accumulation d'usagers à proximité des portes et une réduction de la capacité utile.



*Siège basculant augmente le confort en heure creuse*



*Le PHILEAS de Douais a des portes sur les deux côtés, vue sur portes à gauche*

Plusieurs véhicules de BHNS disposent d'améliorations favorisant la circulation des voyageurs afin d'accélérer l'embarquement/le débarquement et la circulation à bord. Le recours à des ouvertures de portes supplémentaires et/ou plus larges améliore la circulation, de même que l'utilisation de différentes configurations des places assises, notamment celles qui élargissent l'allée centrale, et de positions alternatives pour la fixation des fauteuils roulants. Il convient de mettre un nombre suffisant de portes à disposition ; en règle générale le véhicule doit disposer d'une ouverture tous les 3 m sur sa longueur.

L'exploitation de bus dotés de portes des deux côtés s'observe généralement dans les aéroports. Les constructeurs confirment que la conception de bus urbains de ce type ne pose pas de difficultés particulières, bien qu'il faille considérer les questions de l'accessibilité et de la sécurité, et que la configuration interne (places assises) soit susceptible de varier considérablement dans ce cas.

L'efficacité des portes peut également être étroitement liée au coefficient d'occupation du véhicule et à sa conception intérieure. Lorsque ce coefficient est supérieur à 85 %, la zone autour de la porte devient très encombrée. Les voyageurs n'ont pas d'autre alternative que de s'y tenir debout, réduisant ainsi la largeur de passage disponible au niveau de la porte.

L'adoption de baies vitrées de plus grandes dimensions (en particulier sur les véhicules à plancher bas) et de dispositifs d'éclairage offrant une lumière abondante de jour comme de nuit permet d'obtenir une « sensation d'ouverture », et d'améliorer la sécurité des voyageurs et la perception qu'ils en ont. La présence de grandes surfaces vitrées offrant aux voyageurs de la visibilité à l'intérieur comme à l'extérieur est un facteur important pour la sécurité perçue.

Enfin, les véhicules doivent faire preuve d'un pouvoir d'attraction important sur les voyageurs et leur offrir un trajet confortable. La climatisation et les sièges de qualité comptent parmi les équipements souhaitables. Les systèmes de climatisation de conception récente offrent une consommation énergétique relativement faible grâce à l'intégration de liquides cryogéniques plus évolués et de composants plus efficaces.

#### **4 – Équipements relatifs aux technologies de l'information**

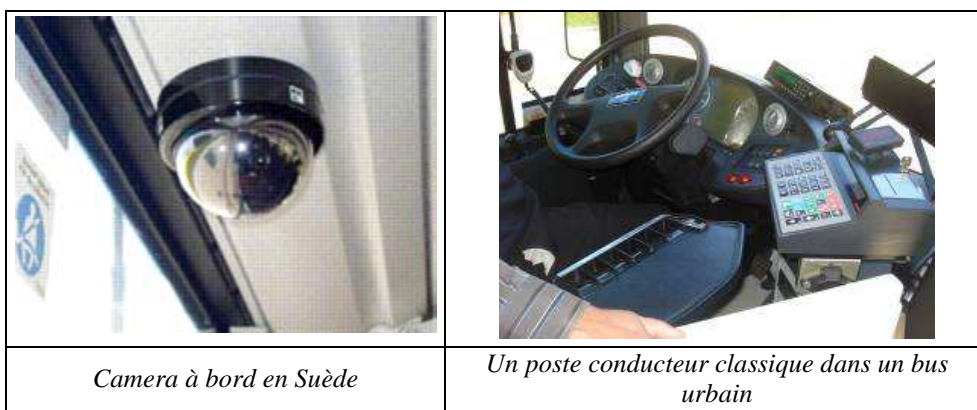
Les systèmes de transport intelligents (STI), notamment lorsqu'ils sont capables d'optimiser l'exploitation en agissant sur l'efficacité et la fiabilité du service et en réduisant les temps de parcours, représentent un composant essentiel d'un BHNS. Dans un véhicule BHNS bien conçu, les STI peuvent comprendre les éléments suivants :

- Les systèmes automatiques de suivi du véhicule, (AVM, « SAE » en français) sont essentiels pour le suivi et la gestion de l'exploitation. Ils reposent sur la localisation en temps réel des véhicules, qui sont tous équipés du matériel et de la solution logicielle nécessaires. Au sein

---

des systèmes AVM/SAE, la technologie de localisation la plus utilisées actuellement est le GPS (global positioning system).

- Les systèmes de priorité aux feux, capables de modifier la temporisation de la signalisation afin d'accorder la priorité aux véhicules de transports en commun. Cela permet une amélioration du respect des horaires.
- Les systèmes d'information des voyageurs embarqués proposent généralement des informations sur le prochain arrêt, les horaires, les correspondances et les retards. Elles sont diffusées par un système d'annonce automatique constitué de panneaux à message variable embarqués associés à des messages vocaux reprenant les informations affichées. Les systèmes d'information des voyageurs embarqués peuvent être utilisés pour afficher et diffuser des annonces publicitaires, les transformant ainsi en sources potentielles de recettes supplémentaires. Les écrans vidéo installés à bord des véhicules peuvent servir à la diffusion de contenu divertissant (actualités et informations générales), augmentant ainsi l'attractivité du service.
- Des caméras embarquées permettant de surveiller à distance et de conserver un enregistrement vidéo de l'intérieur des véhicules. Ces caméras constituent un dispositif de dissuasion contre la criminalité. Elles peuvent également informer sur le comportement d'un conducteur en enregistrant ses actions. En outre, les images enregistrées permettent de visualiser les événements survenus quelques secondes avant un accident afin d'établir les responsabilités et d'identifier d'éventuels contrevenants (caméra à l'extérieur).
- Les systèmes d'avertissement de collision alertent les conducteurs de la présence d'obstacles ou d'impact imminent avec des piétons ou des obstacles. Ces systèmes font appel à des micro-ondes (radar) qui balayent l'environnement immédiat du véhicule. Lorsqu'un obstacle est détecté, le système prévient automatiquement le conducteur. Un système similaire plus évolué (anticollision) est en cours de développement : lorsqu'un obstacle est détecté, il prend automatiquement le contrôle du véhicule pour le faire ralentir/freiner en l'absence de réaction du conducteur.
- Les systèmes d'accostage de précision assistent le conducteur dans le positionnement exact du véhicule par rapport à l'arrêt en matière de contrôle longitudinal (face à la station) et latéral (distance par rapport à la bordure). La distance latérale par rapport à la bordure (à l'avant comme à l'arrière) et la distance longitudinale par rapport à l'extrémité du quai bus sont enregistrées en continu par des capteurs.
- Les systèmes de comptage automatique des passagers (APC) dénombrent automatiquement les voyageurs lors des embarquements/débarquements. La principale technologie employée fait appel à des capteurs infrarouges montés au niveau des portes qui détectent les usagers occultant les rayons infrarouges émis par le système. (aucun BHNS visité ne disposait de système APC.).



## 5 - Énergie, carburants et transmissions

La technologie de propulsion choisie exerce une influence importante sur les performances du système, sur les coûts d'exploitation et d'entretien, sur l'infrastructure correspondante, ainsi que sur le confort de voyage, sur les impacts environnementaux, sur l'attrait des clients

et sur la fiabilité du service. Les systèmes de propulsion des bus doivent être respectueux de l'environnement en minimisant la pollution atmosphérique ainsi que les émissions de gaz à effet de serre (principalement le CO<sub>2</sub>) et sonores. La réglementation européenne, en particulier avec la directive 2009/33 relative à la promotion de véhicules de transport routier propres et économes en énergie, veille au respect de ces exigences. Pour s'y conformer, il convient de réaliser une évaluation de l'impact environnemental des offres de prestations, qui doivent intégrer un suivi des coûts attribuables aux substances polluantes, au CO<sub>2</sub> et aux carburants durant toute la durée d'exploitation des bus.

En matière de carburant, les principales alternatives des moteurs à combustion interne sont actuellement les suivantes<sup>38</sup>:

- diesel standard ;
- actuellement en vigueur en Europe : diesel propre (à très faible teneur en soufre) ; ce carburant produit moins de pollution atmosphérique (prévention des pluies acides), réduit les coûts d'entretien et améliore la durée de vie des véhicules ;
- gaz naturel comprimé (CNG) : exempt de soufre, il offre des niveaux de pollution extrêmement faible grâce à des filtres catalyseurs installés en sortie de moteur (niveaux d'émission d'un EEV) ;
- gaz de pétrole liquéfié (GPL) ;
- biodiesel, carburant issu de sources biologiques pouvant être utilisé dans les moteurs diesel ;
- éthanol.

Le recours aux carburants gazeux augmente légèrement le poids du véhicule, dont le toit doit être équipé d'un châssis permettant d'accueillir des réservoirs résistants à la pression ; sa capacité s'en trouve ainsi légèrement amoindrie.

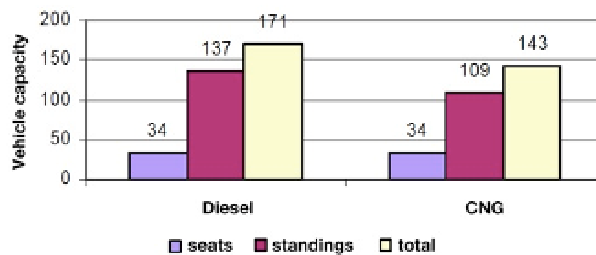


Table 13: Capacité d'un articulé pour un diesel et un CNG

Hormis les moteurs à combustion interne, le trolleybus peut s'avérer être un choix environnemental judicieux dans les aires urbaines. Dans ces systèmes, l'énergie électrique est fournie via des perches mises en contact avec des lignes aériennes de contact ; lors de l'adoption d'un système de guidage mécanique par rail, le courant de retour peut circuler à travers le rail central. Contrairement aux véhicules sur rails munis d'un seul fil de contact, les rails servant de mise à la terre, les trolleybus font appel à deux fils (un fil d'alimentation et un fil de terre), ce qui peut susciter quelques inquiétudes quant à l'« impact visuel » de cette solution, comme c'est notamment le cas pour les projets de TVR.

Les trolleybus peuvent être munis d'un dispositif embarqué de stockage d'énergie ou d'un système de production d'électricité qui leur permet de circuler sur de courtes distances sans être reliés aux lignes aériennes afin de contourner un encombrement ou de rejoindre les installations de maintenance en cas de problème au niveau du système électrique général. Ces équipements permettent également une exploitation des trolleybus sans lignes aériennes aux endroits où leur impact visuel rend leur installation impossible (quartiers historiques, carrefours importants).

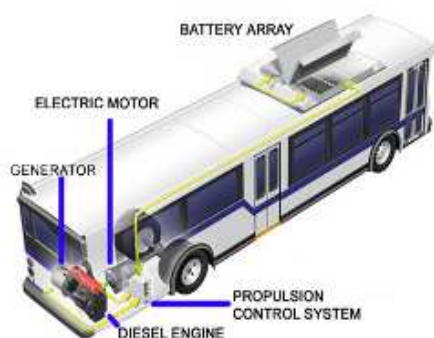
<sup>38</sup> Pour en savoir plus, se reporter aux résultats du projet SORT portant sur les essais sur route standardisés (standardised on-board tests cycles) de l'UITP.

Les avantages les plus significatifs d'un véhicule tout électrique faisant appel à une source d'énergie extérieure sont le respect de l'environnement en matière de bruit et d'émissions, ainsi qu'une puissance et un couple très importants permettant des accélérations efficaces. Les véhicules électriques modernes bénéficient également d'accélérations et de décélérations bien plus douces que les véhicules conventionnels à combustion interne grâce à des transmissions hydromécaniques multi-étages.

Le dernier avantage des véhicules électriques est lié à leurs vibrations plus faibles : grâce à cette particularité, l'ensemble des systèmes embarqués (y compris les moteurs électriques, la climatisation, l'électronique et le châssis) tendent à avoir une durée de vie utile plus longue que celle des véhicules à énergie fossile équivalents. Les coûts d'immobilisation, le besoin d'une infrastructure extensive (lignes aériennes et leurs équipements, stations d'alimentation réparties le long de l'itinéraire, dans une configuration comparable à celle utilisées pour les trams), l'impact visuel des installations et l'absence de flexibilité du système comptent parmi les inconvénients des trolleybus.

De nouveaux systèmes bi-mode, associant les énergies thermoélectriques (ligne de Castellón, étudiée dans le cadre de cette action COST), ou hybrides à base d'électricité et de pile à combustible, sont également en cours de développement.

Les piles à combustible, et la filière hydrogène dans son ensemble, sont prometteuses d'un véritable avantage environnemental pour l'industrie des transports, sur rail comme sur route, mais une commercialisation de masse à des tarifs compétitifs n'est pas envisageable avant quelques années.



*Configuration de véhicules hybrides*

Les systèmes hybrides génèrent actuellement un intérêt énorme, comme l'attestent les propositions les plus récentes de la presque totalité des constructeurs européens, qui suivent la tendance lancée par les expériences menées sur le marché des bus hybrides aux États-Unis.

Le choix de la technologie de stockage de l'énergie est primordial ; plusieurs possibilités sont en effet envisageables, même si l'expérience accumulée pour chacune d'elles reste encore insuffisante au regard du cycle de vie relativement long des véhicules de transports publics.

	Bi-mode	Hybride (électrique)	Pile à combustible
Principe de fonctionnement	Association d'un trolleybus électrique avec un moteur à combustion interne capable de fournir des performances complètes en totale autonomie.	Capture de l'énergie habituellement perdue lors du freinage et de la circulation en roue libre pour recharger des batteries ou des supercondensateurs intégrés capables d'alimenter ensuite le moteur électrique de manière autonome.	Production directe d'électricité à partir d'hydrogène et d'oxygène et d'un catalyseur sans recours à un moteur ou un alternateur.
Configurations possibles	1) entraînement d'un essieu par un moteur électrique et de l'autre par un moteur à combustion interne	1) propulsion du véhicule par le moteur électrique ou le moteur à combustion interne (hybridation parallèle)	1) implique l'utilisation d'hydrogène stocké dans des réservoirs à haute pression (jusqu'à 350 bars)



	2) recours à un moteur à combustion interne couplé à un générateur/alternateur fournissant de l'énergie électrique aux moteurs entraînant les roues, éliminant l'utilisation redondante d'un moteur électrique et d'une transmission mécanique	2) utilisation du moteur électrique pour fournir un surplus de puissance au moteur à combustion interne lorsque la situation l'exige (hybridation série)	2) obtention possible d'hydrogène à partir d'un carburant liquide, tel le méthanol, dans un système de reformage embarqué La plupart des projets actuels ont adopté la solution 1).
Avantages	Associe les performances et les avantages environnementaux d'un trolleybus lorsqu'ils sont nécessaires et la liberté de mouvement d'un bus conventionnel.	Système capable d'avoir recours à l'électricité pour alimenter des accessoires embarqués ou des prises de courant pour appareils ou outils électriques. La charge supportée par le moteur est plus homogène (consommation réduite).	Seule de la vapeur d'eau est rejetée. L'hydrogène peut provenir de différentes sources renouvelables. Tout comme les véhicules électriques alimentés par batteries, les bus ayant recours aux piles à combustibles émettent très peu de bruit mis à part celui des ventilateurs.

### 3.4.2 Analyse des aspects quantitatifs

#### 1- Consommation énergétique par voyageur

*Table 14: valeur énergétique des carburants - (Directive 2009/33/EC)*

<i>Carburant</i>	<i>valeur énergétique</i>	<i>Carburant</i>	<i>valeur énergétique</i>
Diesel	36 MJ/litre	Ethanol	21 MJ/litre
Petrol	32 MJ/litre	Biodiesel	33 MJ/litre
Natural Gas/Biogaz	33-38 MJ/Nm <sup>3</sup>	Emulsion fuel	32 MJ/litre
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	24 MJ/litre	Hydrogen	11 MJ/Nm <sup>3</sup>

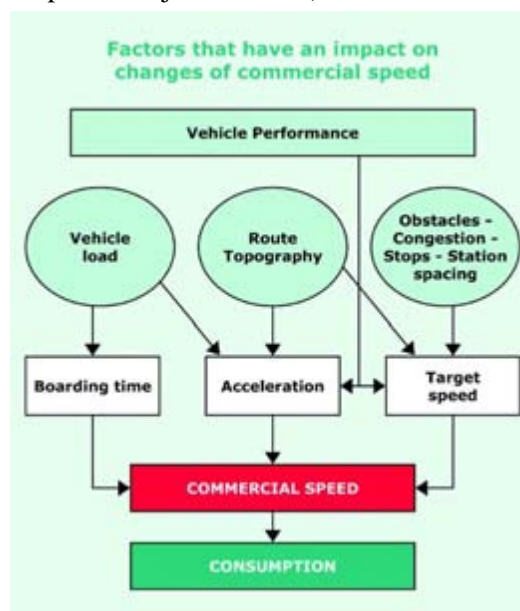
L'objectif de cette analyse est de démontrer de quelle manière les transports publics de qualité, ou à haut niveau de service, contribuent à réduire l'énergie nécessaire à la mobilité, et ce plus spécifiquement en comparaison avec la consommation énergétique des conducteurs utilisant leurs propres véhicules motorisés. Les résultats mis en évidence pourront ensuite servir d'indicateurs des exigences à adopter en matière de carburant, ainsi que des effets secondaires de la pollution atmosphérique causée par les moteurs à combustion.

Les données de consommation énergétique retenues sont déduites des données élémentaires relevées dans le questionnaire intitulé « État de l'art » (fiche de description). Dans certains cas, les relevés de consommation de carburant requis dans les fiches de description ne sont pas réalisés individuellement pour chaque bus, mais calculés à partir de la consommation mesurée ou payée et des données indicatives spécifiques fournies par le constructeur du bus ou du moteur.

À partir des données indiquées ci-dessus, il est évident qu'une approche dite « du réservoir à la roue » (tank to wheel) doit être adoptée : une méthode utile pour parvenir aux objectifs de comparaison mentionnés. Cependant, dans le cas des carburants gazeux, à savoir le gaz naturel, une quantité d'énergie non négligeable est utilisée lors de la phase de compression réalisée à la station de remplissage. Heureusement, les fiches de description contiennent des données relatives à différents carburants : diesel, biodiesel (diester), gaz naturel comprimé, éthanol.

La valeur énergétique spécifique de l'ensemble des carburants disponibles (liquides, gazeux, d'origine fossile ou renouvelables), les coûts affectés aux limites légales en matière d'émissions de dioxyde de carbone et la durée de vie de tous les types de véhicules sont également définis par les réglementations européennes actuelles.

Le graphique ci-contre montre que la consommation est liée à de nombreux facteurs, correspondant principalement aux conditions infrastructurelles et de trafic (graphique extrait du projet SORT de l'UITP, publié en janvier 2010).



#### Le cas des trolleybus

Dans le cas des véhicules électriques dotés d'une alimentation externe, tels les trolleybus, les données de consommation énergétique moyenne disponibles sont fournies en kWh/km, qui doivent être convertis en MJ, l'unité d'énergie utilisée dans la directive 2009/33/CE.

Dans ce cas, la possibilité de retour de l'électricité vers le réseau via les lignes aériennes est un facteur important. En effet, lorsque le bus freine ou descend une pente, les moteurs peuvent agir comme des générateurs qui transforment l'énergie cinétique, réduisant ainsi la perte totale due à la production de chaleur des résistances de freinage. D'après les données disponibles, on peut supposer un taux de récupération d'environ 8,5 %.

#### Le cas du gaz naturel

Le stockage du gaz dans les réservoirs du bus à une pression normalisée de 200 bars nécessite une phase de compression qui s'accompagne d'une consommation d'énergie. La conception du dispositif de compression offre deux possibilités :

- La compression dite à « remplissage lent », qui nécessite généralement 2 à 3 heures.
- Le système de « remplissage rapide », qui permet une disposition de la station de remplissage identique à celle d'une station classique pour le diesel, ainsi qu'un temps de remplissage ne dépassant pas le délai nécessaire au plein d'un bus avec du carburant diesel, c'est à dire 3 à 4 minutes.

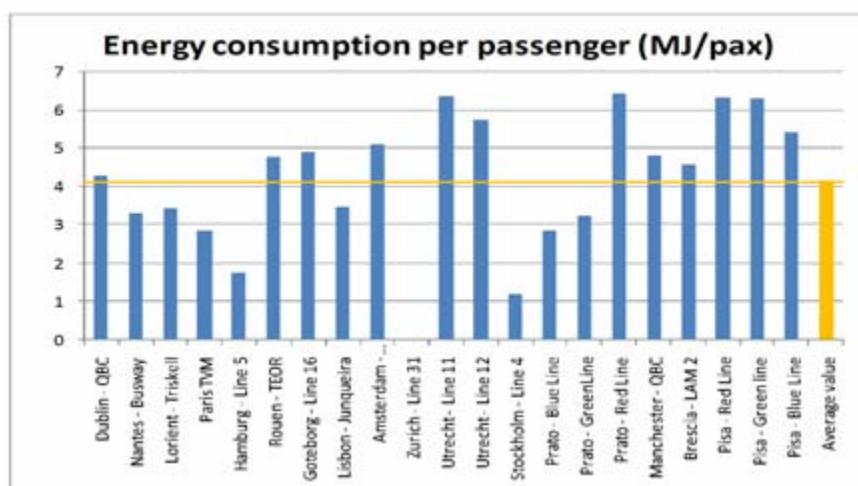
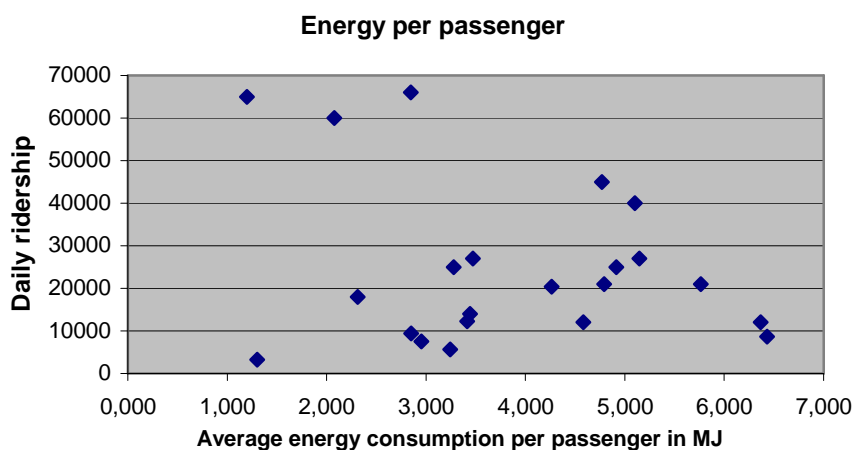
Cette phase de compression repose sur un élément essentiel : la pression d'alimentation du CNG. Plus cette pression d'entrée est importante, plus l'énergie consommée pour atteindre la pression finale de 200 bars requise dans les réservoirs du bus est faible.

#### Résultats

Le facteur capital de la consommation énergétique par voyageur présente un faible degré de correspondance avec la fréquentation. Il s'inscrit cependant dans la tendance générale des systèmes de capacité importante (à partir de 30 000 déplacements/jour) à réduire cette consommation.

Comme le montre la feuille de calcul, les valeurs énergétiques par déplacement de voyageur oscillent entre 1,2 et 6,5 MJ, avec une concentration importante entre 3 et 5 MJ pour les systèmes d'environ 30 000 déplacements par jour et moins<sup>39</sup>.

Une mission spécifique de l'action COST, menée en parallèle, a permis de rassembler et de présenter d'autres données (à savoir la « consommation de carburant estimée par place »). (Référence : rapport sur la consommation énergétique des véhicules de BHNS issu d'une mission menée par l'Université de la Calabre, disponible sur le CD ci-joint.)



Source: mission spécifique sur la consommation d'énergie

## 2- Capacité, rotation / efficacité

L'objectif de cette deuxième analyse est de fournir une indication du trafic général obtenu sur les différents systèmes en fonction des investissements réalisés dans le matériel roulant. La méthodologie adoptée vise à éviter les effets indésirables affectant l'évaluation des différents systèmes et localités concernés et dus aux différences de tarifs (bien qu'elles soient vraisemblablement minimales au vu du marché européen actuel) aussi bien qu'aux variations de spécifications et aux différentes années de mise en service. Le concept sous-jacent à cette analyse est l'efficacité.

### Méthodologie

<sup>39</sup> La longueur du déplacement constitue également un facteur d'influence important sur les valeurs observées ; en réalité, elle représenterait même, de loin, le facteur dominant, bien qu'aucune analyse n'ait permis de valider cette hypothèse.

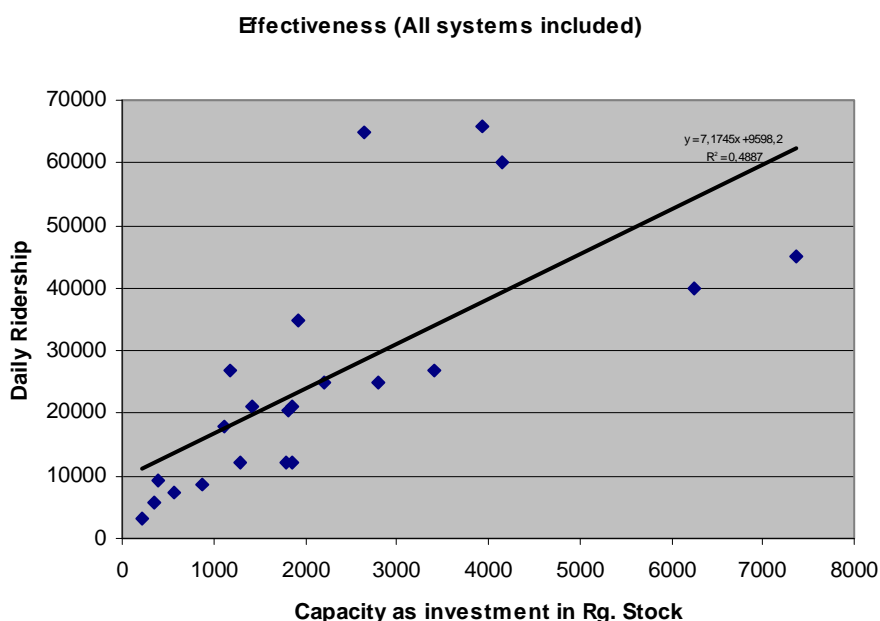
Afin d'éviter les effets secondaires mentionnés ci-dessus, les données utilisées, qui décrivent la *capacité du bus en voyageurs*, excluent intentionnellement tout rapport à une valeur financière. Cet ordre de grandeur traduit de manière très distincte la taille des bus exploités au sein du système, et, indirectement, l'étendue des fonds de capitaux ou des investissements engagés. Des disparités apparaissent néanmoins entre les politiques d'occupation menées par les exploitants, le nombre de voyageurs debout par mètre carré représentant ici la principale donnée divergente. Ceci s'explique par les directives d'homologation actuellement en vigueur dans l'Union européenne, qui exigent un calcul de la charge utile avec une densité d'occupation de 8 voyageurs par mètre carré, une valeur quelque peu élevée par rapport au niveau de confort minimum généralement accepté. Il convient en effet de garder à l'esprit que cette analyse a pour objet les systèmes à *haut niveau de service*.

Par conséquent, certaines données de capacité consignées dans les fiches de description sont conformes à cette directive d'homologation, alors que d'autres reflètent une capacité plus orientée sur le confort, qui manifeste d'éventuels engagements ou stratégies marketing de la part des exploitants concernés. Pour des raisons de sécurité, il convient malgré tout de tenir compte de cette valeur de densité d'occupation importante, et de ne jamais la considérer comme impossible en pratique.

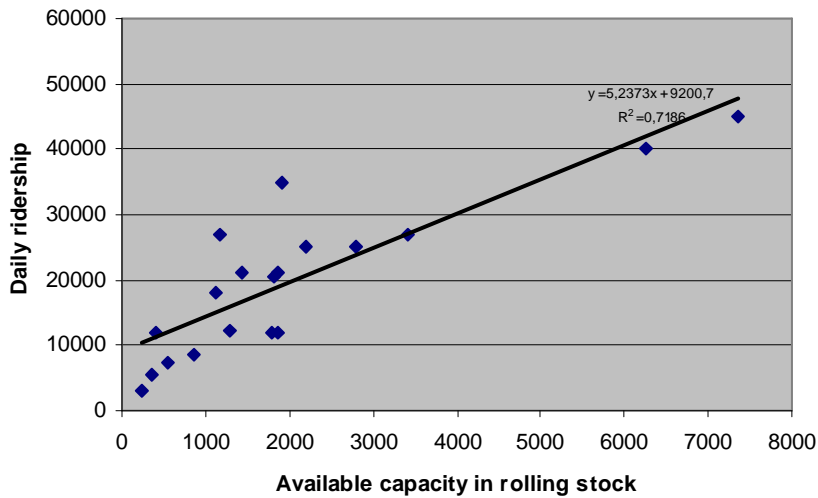
Ce facteur contribue également à ce que les résultats reflètent la différence de politique évoquée, une relation dont il faut tenir compte dès qu'une valeur de performance relativement faible est obtenue.

## Résultats

L'efficacité des systèmes étudiés démontre l'existence d'une correspondance relativement étroite entre les investissements en matériel roulant et la fréquentation, à condition que les systèmes assurant plus de 60 000 déplacements/jour soient affectés à une catégorie différente, en raison de leur efficacité plus importante par rapport aux systèmes plus modestes. Il convient néanmoins de noter qu'au moins trois de ces projets (ligne 31 à Zurich, ligne 5 à Hambourg et TVM à Paris) ne disposent pas de système précis de comptage des voyageurs. Deux graphiques, intégrant ou excluant respectivement les systèmes de grande capacité, sont proposés.



Effectiveness (2nd Analysis) (2nd version) > 60000 exempted



### 3- Temps de parcours, effort physique

La vitesse et le temps de parcours comptent tous deux parmi les principaux concepts de l'approche « haut niveau de service ». Cette analyse examine les effets de la vitesse des bus comme l'un des facteurs influençant le temps de parcours et tente de mettre en évidence des relations avec la distance interstation moyenne. Cette étude est cohérente avec la configuration intégrée d'un système à haut niveau de service, les arrêts de bus étant considérés comme faisant partie des principaux facteurs influençant l'attractivité et l'efficacité d'un système.

Dès lors, les arrêts de bus représentent une portion significative des investissements requis par un BHNS, car ils doivent satisfaire un certain nombre de spécifications, notamment en matière de design, de sécurité, d'accessibilité et de confort, assurer une prise en charge du système d'information (parfois équipés d'écrans et d'un dispositif d'annonce vocale), se doter des appareils de billettique adéquats, etc.

Certains systèmes présentent des caractéristiques spécifiques au niveau de la chaussée de leur voie de circulation ou du trottoir. À Nantes, la chaussée est rabaissée afin de faciliter l'accès des piétons à l'arrêt. La couche de roulement de la chaussée de la voie de circulation est également adaptée à l'augmentation des contraintes de frottement créées par le départ du bus (au-delà de l'accélération, le bus doit également remonter la pente qui le ramène au niveau de la rue).

Il est donc probable que la maîtrise de cet investissement implique une limitation du nombre d'arrêts équipés à un minimum ; une mesure qui, en réduisant le nombre d'arrêts sur l'itinéraire, a en fait un impact positif sur la vitesse moyenne des bus. Par conséquent, si les arrêts sont moins nombreux, l'objectif de vitesse moyenne de circulation sur l'itinéraire peut être atteint à des vitesses inférieures. Ainsi, avec des phases d'accélération moins nombreuses et une puissance nécessaire inférieure, le système présente une consommation de carburant plus faible.

Dans plusieurs systèmes, la politique consistant à encourager l'utilisation des vélos tout en l'associant aux transports en commun a été spécifiquement évoquée. Cette analyse ne cible pas uniquement la population jeune, active et en condition physique suffisante pour circuler à vélo, mais tient compte de tous les usagers, les transports en commun devant constituer un facteur d'inclusion sociale complète.

Quoi qu'il en soit, le système se doit d'être attractif de par son accessibilité : la distance interstation moyenne représente alors le facteur permettant de compenser une éventuelle

---

tendance à réduire l'infrastructure et la consommation de carburant, l'accessibilité au système diminuant à mesure que la distance interstation augmente. L'essentiel de cette analyse est résumé ci-dessous :

### Méthodologie

Au vu du nombre de descriptions de systèmes disponible, cette analyse englobe une grande variété de systèmes, ainsi qu'évoqué plus haut. Cependant, bien que la vitesse et la distance interstation moyennes soient les premiers facteurs pris en considération, un modèle de déplacement standard doit être défini.

Les fiches de description ne fournissaient pas de modèle de déplacement détaillé rendant compte de l'intégralité de la zone de couverture de chaque système, notamment pour des facteurs tels que la distance du domicile, ou plus généralement du point de départ, à la station, ou encore de la station d'arrivée à la destination finale. Leur prise en compte permettrait d'obtenir un modèle de déplacement standard complet.

Dans notre cas, un modèle de déplacement standard a été partiellement adopté : il consiste à analyser le temps de parcours et l'« effort physique » uniquement le long de la ligne de bus étudiée, sans tenir compte du temps de parcours à pied de la ligne/station de bus aux points d'origine ou de destination, et inversement.

Le modèle de déplacement standard adopté est donc le suivant :

- Temps de marche à pieds vers l'arrêt le long de la ligne de bus. La distance maximale correspond donc à la moitié de la distance interstation moyenne. La vitesse retenue est de 3,5 km/h (un peu moins d'1 m/s), soit une vitesse de marche modérée. On obtient ainsi une vitesse de 58,33 m/min (3500/60).
- Temps d'attente moyen aux arrêts de bus. Ce délai correspond en moyenne à la moitié du temps intervéhiculaire.
- Durée du déplacement en bus. La vitesse correspond à la vitesse moyenne constatée sur la ligne ; la distance a été évaluée à 3,5 km.
- Temps de parcours à pieds de la station d'arrêt à la destination, dont la longueur maximale est égale à la moitié de la distance interstation moyenne.

On peut constater que 3 des 4 phases impliquées dans tout déplacement ont une dimension physique/psychologique. C'est pour cette raison que les temps d'attente et de déplacement à pieds ont été inclus en tant qu'effort physique dans le temps de parcours complet.

### Conclusions

L'effet positif d'une distance interstation plus importante sur la vitesse moyenne est très net ; on constate ainsi une variation de la vitesse moyenne de 15 à 25 km/h en faisant passer cette distance de 200 à 800 m (voir la figure 12). Dans l'étude du temps de parcours, la distance interstation moyenne la plus grande, constatée sur la ligne Zuidtangent (1 900 m), et la vitesse moyenne de 35 km/h atteinte en conséquence, semblent également confirmer l'existence d'une deuxième catégorie de systèmes.

Comparativement, on obtient une correspondance plus évidente entre la distance interstation moyenne et l'effort physique du voyageur (c. à d. la marche vers ou depuis l'arrêt de bus, l'attente et la file pour embarquer dans le véhicule, sans compter le stress généré par l'immobilité ainsi que l'éventualité de faire le trajet debout). Dans ce cas, le pourcentage du temps de trajet total au cours duquel le voyageur n'est pas dans le véhicule oscille entre 30 et 75 %.

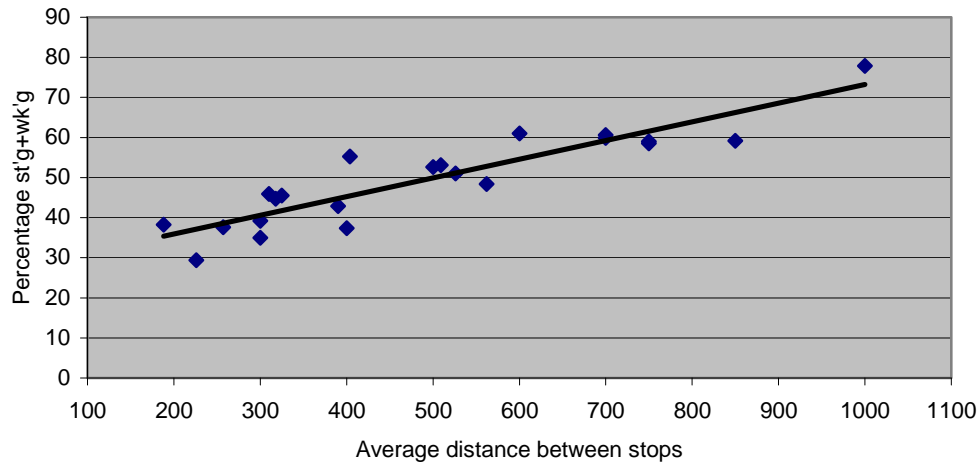
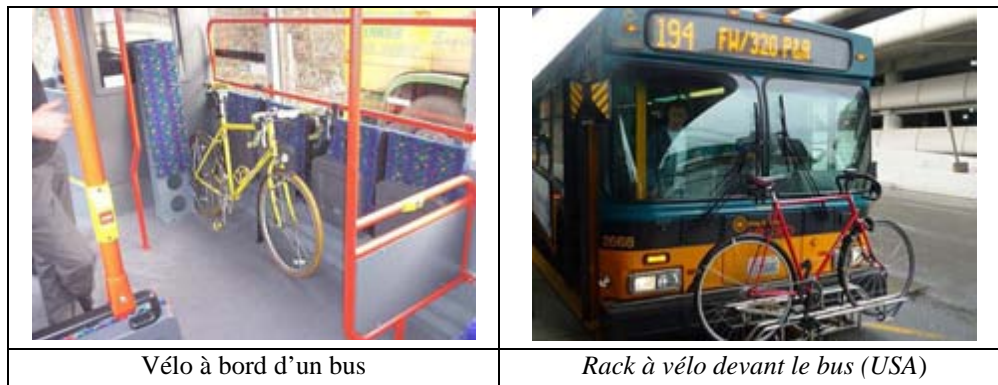


Figure 20 : Effort physique ; l'axe des ordonnées correspond au « pourcentage du temps de trajet consacré à la marche ou passé en position debout »

### 3.4.3 Vélos à bord des bus : quelques notions fondamentales<sup>40</sup>

Il s'agit ici, lors de la conception d'un service de bus selon une approche système, de prendre en compte la faisabilité de l'intégration des vélos au projet de mobilité dans son ensemble en permettant l'embarquement des vélos à bord des bus, comme c'est souvent le cas pour les TC ferrés. Cette mesure, parfois mise en œuvre aux périodes creuses (p. ex. le week-end), est assez courante aux États-Unis et au Canada, même au sein de systèmes de BRT (mais n'est pas autorisée dans l'UE pour des raisons de sécurité).



La possibilité d'embarquer des vélos à bord des bus, et ses implications pour la conception des véhicules, est une question complexe à plusieurs égards :

1) Elle constitue une solution parmi d'autres pour parvenir à une intermodalité entre le bus (ou d'autres modes de transport public) et le vélo. Cette solution pourrait s'avérer de plus en plus attractive, notamment en raison de la mise en œuvre de planchers bas, entre autres équipements, mais elle fait l'objet de nombreuses restrictions dues à l'espace restreint et aux conflits qu'elle engendre avec les autres voyageurs. Il est donc nécessaire de limiter l'embarquement des vélos à bord à l'aide de restrictions sélectives (p. ex. aux heures de pointe) ou d'une tarification spécifique, ainsi qu'en développant des solutions alternatives permettant le stationnement des vélos aux arrêts de bus.

<sup>40</sup> *Bibliographie* : projet PORT-VERT, IFSTTAR, 2010 ; rapport sur l'interdépendance entre l'utilisation du vélo et des transports publics, Université de technologie de Dresde, 2010.

2) Le contexte est très variable en fonction du type de ligne concerné. Dans un grand nombre de cas, l'embarquement des vélos à bord d'un BHNS doit être évité en raison du nombre de voyageurs ou de son impact sur la durée des arrêts. Néanmoins, la solution pourrait s'avérer appropriée dans certains cas spécifiques.

L'observation de diverses lignes de BHNS européennes confirme ce point.

3) L'embarquement de vélos classique soulève de nombreuses difficultés mais se révèle plus aisé dans le cas des vélos pliants. On remarque actuellement la mise sur le marché d'un grand nombre de modèles de vélos pliants aux caractéristiques variées et dans plusieurs gammes de prix.

4) Quatre solutions techniques permettent l'embarquement de vélos classique à bord d'un véhicule. Toutes sont difficiles à adapter à une ligne BHNS :

- Embarquement à bord dans des zones multifonctions destinées aux vélos, aux fauteuils roulants et aux poussettes. La priorité doit être accordée aux fauteuils roulants.
- Embarquement à bord dans des zones ou des compartiments réservés (problème de consommation d'un espace inutilisable à d'autres fins).
- Harnachement à l'extérieur du véhicule sur des racks : les racks frontaux sont cependant interdits en Europe (même si 40 000 bus (souvent opérant sur des lignes de BRT) sont équipés de ce système aux États-Unis), et les racks arrière sont rarement utilisés sur les bus urbains.
- Harnachement sur une remorque trainée par le véhicule. Jusqu'à maintenant, cette solution a uniquement été mise en œuvre sur un nombre très limité de lignes de bus touristiques, notamment aux alentours de Dresde (Allemagne).

#### 3.4.4 Coûts d'investissement des véhicules

Étant donné la variété des configurations de véhicules en matière de systèmes de propulsion et de guidage, d'équipements embarqués et d'offres de conception globale spécifiques, l'analyse des coûts relatifs aux véhicules révèle une grande disparité.

##### Tailles et types de propulsion des bus classiques

Le tableau 15 ci-dessous offre un aperçu de l'étendue des coûts d'acquisition pour différents types de véhicules et de systèmes de propulsion.

Propulsion	Standard	Articulated	Double-articulated.
Diesel	200,000	300,000	600,000
CNG	250,000	350,000	650,000
Hybrid	300,000	500,000	850,000
Trolley	400,000	650,000	1,000,000
Fuel Cell <sup>41</sup>	> 1,000,000	-	-

Tableau 15: coût d'acquisition moyen (€) – Source: données de différentes autorités et exploitants

##### BHNS observés

On observe souvent l'adoption d'un design particulier afin de faire ressortir l'identité propre des lignes de BHNS conformément aux objectifs de stratégie d'identification (voir chapitre 3.5). Cette pratique augmente légèrement les coûts d'investissement, d'entretien (pièces détachées spécifiques) et opérationnels car elle implique la gestion d'un parc de véhicules spécifique (et de ses véhicules de réserve associés).

<sup>41</sup> Pas encore commercialisé.



L'identification du bus peut demeurer limitée, avec l'adoption de couleurs ou d'un logo spécifique (ligne Fastrack, Cambridge, ligne Zuidtangent, TEOR, Prato, Brescia), ou affecter la conception intérieure comme extérieure (Busway, Castellón, RATP dans un avenir proche).

À partir des données recueillies au cours de l'action COST<sup>42</sup>, la figure 21 montre la disparité des coûts d'investissement constatée (aucun système hybride n'a été observé) :

- En ce qui concerne les bus articulés, elle met en évidence les variations existant entre le modèle de base au diesel retenu à Prague et le trolley guidé de base utilisé à Essen (entre les deux, le bus au CNG spécifique de Nantes affiche un coût de 460 000 euros, soit un surcoût d'environ 30 %).
- En ce qui concerne les bus bi-articulés, les variations constatées s'étalent entre le modèle de base de Hambourg et le trolley de base de Zurich.

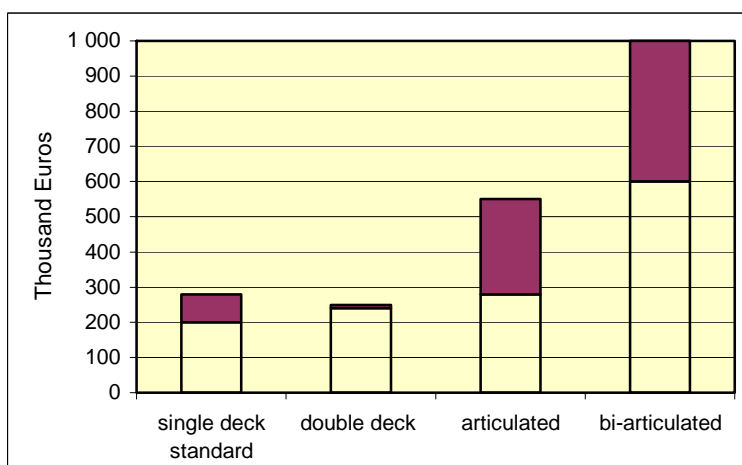


Figure 21: coûts d'investissement des bus – données des BHNS étudiés

La figure 22 s'attache quant à elle au coût investi par rapport à la capacité :

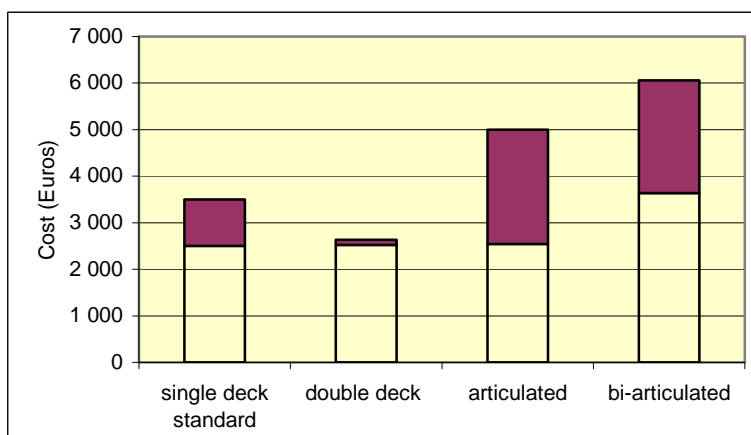


Figure 22: Coût d'investissement par passager, à partir des données de la figure 21

Concernant le facteur « facilité d'embarquement et de débarquement » illustré dans la figure 23 représentant la relation entre la capacité en voyageurs et le nombre de portes, le bus

<sup>42</sup> Toutes les données sont spécifiques à chacun des projets et correspondent à des équipements et des années de mise en œuvre différentes ; il convient donc de prendre ses précautions lors du recours à cette analyse, dont l'objectif principal est de mettre en évidence une tendance générale.

à impériale (présentant le meilleur taux de places assises) est bien moins efficace aux arrêts, tandis que le bus articulé de Prague (récemment sélectionné pour les itinéraires de forte charge) offre le meilleur résultat grâce à ses cinq portes.

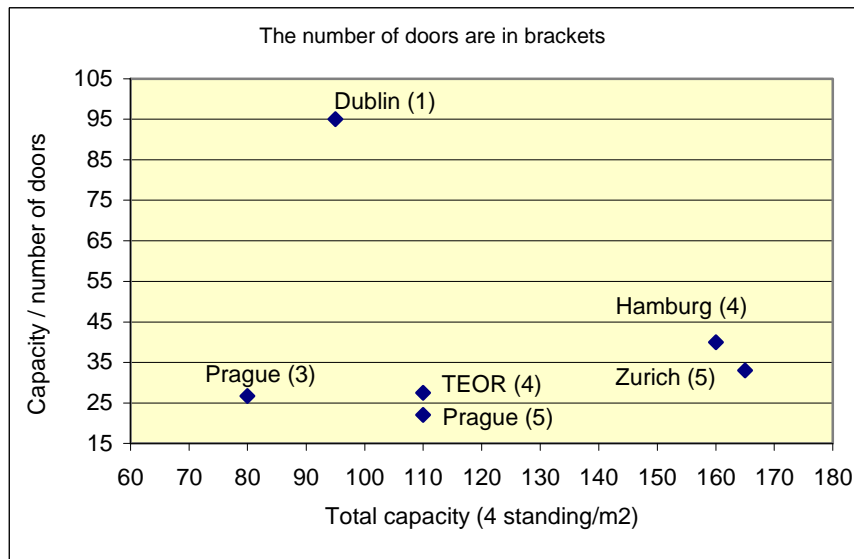
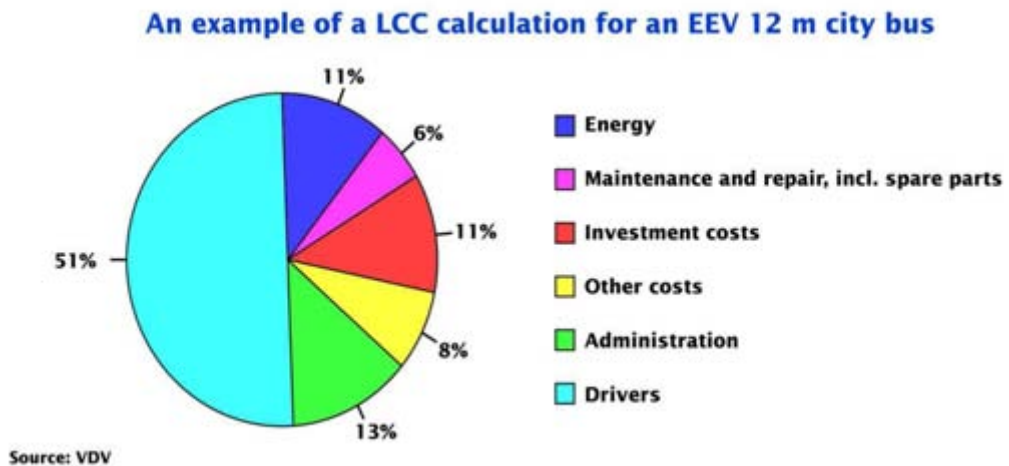


Figure 23: Facteur de rapidité des montées et descentes, capacité par porte disponible.

La répartition des coûts du cycle de vie d'un bus classique est représentée dans le graphique ci-dessous (source : VDV/UITP, Tender structure recommendations (recommandations en matière de structuration d'appel d'offres) – 2009) :



### 3.4.5 Aspects à prendre en compte pour le choix du véhicule

Le GT2 a établi une palette de recommandations étendue relative à plusieurs caractéristiques représentant souvent des points de discussion essentiels. Le document est disponible en intégralité sur le CD ci-joint. Les principaux thèmes abordés sont les suivants :

- Modèles, tailles, structure, capacité et design :

---

L'adoption possible de portes de chaque côté (comme à Douai) permet aux bus d'accoster du côté droit (arrêts situés sur la bordure du trottoir) et du côté gauche de la chaussée (rendant possible l'implantation de stations le long d'un couloir bus central si sa largeur totale est suffisamment limitée).

*L'installation de portes de chaque côté du véhicule est autorisée par le règlement UN / ECE n° 107 mentionné plus haut, qui spécifie qu'il convient d'adopter des mesures permettant de prévenir toute ouverture des portes du mauvais côté du bus. La localisation automatique du véhicule permet de fournir l'emplacement et les caractéristiques précises des arrêts, garantissant ainsi une réalisation de la manœuvre en toute sécurité par le conducteur.*

*Il peut être utile d'adopter des boutons-poussoirs en libre service (en présence desquels l'intervention du conducteur se limite au déblocage de l'ouverture) et une fermeture automatique des portes à l'issue d'un délai d'inactivité spécifié. Les problèmes de fraude doivent être traités en conséquence.*

*En cas d'adoption d'un nouveau design (exigence d'une stratégie d'identification), il convient de tenir compte du fait qu'un nombre relativement faible de véhicules concernés aura des retentissements importants sur les coûts de conception.*

- Durabilité et respect de l'environnement. Transmissions, carburants, hybridation

Les réglementations européennes relatives aux niveaux d'émissions sont actuellement EURO 5 et EEV, la norme EURO 6 entrant en vigueur dans deux ans (2013).

*L'éventail de carburants renouvelables disponible (biodiesel, biogaz, éthanol) est suffisamment important pour permettre une réduction de la dépendance aux carburants fossiles. Il doit toujours être étudié à l'échelle locale.*

*Cet enjeu n'est pas spécifique aux BHNS.*

- Accessibilité, inclusion sociale (voyageurs à mobilité réduite)

Tout système fondé sur le bus doit constituer un moyen d'inclusion sociale. L'accessibilité doit être envisagée en tenant compte de tous les aspects de la chaîne de mobilité.

*Toute approche système de l'accessibilité d'un réseau de bus doit être cohérente avec l'éventail complet des dispositions adoptées en faveur de l'accessibilité de l'aménagement urbain. Les efforts consentis pour améliorer l'accessibilité au bus et à bord ne peuvent donc être efficaces qu'à condition qu'ils soient soutenus par la mise en œuvre de mesures d'accessibilité au niveau des bâtiments et des espaces publics.*

- Confort de voyage CVCA<sup>43</sup>, sièges, techniques de conduite, guidage

Plus le véhicule dispose de places assises, moins sa capacité totale est importante ; il convient donc de trouver le compromis adéquat. Le temps de parcours moyen en minutes est un des facteurs à prendre en compte ici. Pour obtenir les taux de places assises présentés par certains systèmes, se reporter à la section de ce rapport consacrée à l'analyse.

Malgré l'intérêt général porté à l'intégration des modes doux, et en particulier du vélo, dans système de TC général, aucune manifestation d'une volonté de rendre possible l'embarquement des vélos à bord des bus n'a été constatée. Aucun rack (tel qu'aux États-Unis) ou dispositif de fixation embarqué n'a été observé, même s'il semble que l'autorisation de certains vélos (non pliants) à bord soit susceptible de réduire l'impact des aires de stationnement pour les vélos sur l'espace public.

La présence d'un chauffage est courante en Europe du Nord. Les systèmes de climatisation ou de conditionnement de l'air sont également de plus en plus répandus dans les bus

---

<sup>43</sup> Chauffage, ventilation et climatisation d'air

---

modernes, de manière analogue aux voitures. Les systèmes *basse consommation*, qui ont fait leur apparition récemment, sont largement acceptés.

Les techniques de conduite constituent également un facteur important. Le concept de « conduite écologique » a pour objectif de réduire la consommation. Elle doit s'accompagner de la mise en vigueur d'une forme de conduite dite « confortable » afin d'éviter les coups de frein, et qui adopte une mesure réglementaire obligeant à rendre les accélérations aussi douces que possible. La réduction des pentes et des rayons des virages, par exemple en traversant les carrefours giratoire plutôt qu'en les contournant, comme c'est le cas à Lorient (voir la description), est un autre aspect important lié à l'infrastructure du système.

- Sécurité des voyageurs et des conducteurs

La sécurité peut devenir un enjeu essentiel, en particulier la nuit et aux heures ou aux endroits où les voyageurs se font rares. La présence de caméras de sécurité peut contribuer à dissuader les comportements antisociaux et à rassurer les usagers. Les caméras peuvent être configurées pour enregistrer en continu ou uniquement lors de l'activation par le conducteur. Dans certains secteurs, la présence d'un écran affichant les images enregistrées par la caméra peut décourager les comportements antisociaux et la criminalité (voir Londres). Il est également possible d'améliorer la sécurité en regroupant les voyageurs, notamment à bord des bus articulés, dans lesquels une séparation escamotable ou rabattable entre les parties avant et arrière du véhicule permet d'éviter qu'un incident n'échappe à l'attention des voyageurs aux heures matinales ou tardives (ligne Zuidtangent à Amsterdam).

Pour les conducteurs, le risque d'agression est plus important lorsqu'un service de vente de tickets à bord est proposé. La vente à bord est déconseillée dans le cas des BHNS.

---

### 3.5 Enjeux sur le sous-système « exploitation » (par le GT3)<sup>44</sup>

Les composants du sous-système « exploitation » sont les suivants : outils de STI, conception du service (Amplitude horaire, fréquence, type de services, règles de conduite, procédures à suivre en cas de perturbation, etc.), solution de billettique, information des voyageurs, marketing et stratégie d'identification, et gestion de la qualité (y compris au niveau de la sécurité, de la formation des conducteurs et des indicateurs clés).

L'analyse de ce sous-système se focalise sur les quatre domaines essentiels et complémentaires suivants, qui s'adressent naturellement aux enjeux « voyageurs » / « voyageurs potentiels », production et exploitation du service :

- **STI** mis en œuvre pour la conduite d'opérations, tels les systèmes de suivi automatique du véhicule (AVM/SAE), la priorité aux feux, le processus de billettique, les systèmes dynamiques d'information des voyageurs, ainsi que l'ensemble des outils « intelligents » et le rôle qu'ils jouent en faveur des performances du système du point de vue des exploitants comme de celui des voyageurs.
- **Exploitation et gestion de la qualité** du système, un domaine qui englobe les mesures de qualité et les indicateurs clés utilisés, entre autres enjeux organisationnels tel le rôle du conducteur.
- **Performances et bénéfices** obtenus. La satisfaction des voyageurs et la sécurité sont ici considérées en priorité.
- **Stratégie d'identification** appliquées à la ligne ou au service proposé.

Ce chapitre utilise les notions de niveau de service (NS) et de qualité de service définies ci-dessous :

**Niveau de service (NS)** : mesure la quantité des services tels qu'ils sont planifiés (indicateurs : fréquence, capacité, amplitude horaire). Pour obtenir un « haut niveau de service », il est nécessaire d'atteindre une qualité de haut niveau (régularité/ponctualité). Le sens de l'acronyme « BHNS » intègre donc également un objectif de haute qualité. La notion de haut niveau de service est également synonyme d'une qualité constante et continue sur l'ensemble de l'itinéraire, c. à d. entre les deux terminus.

**Qualité de service** : mesure la différence entre le service tel qu'il a été conçu et le service véritablement offert (indicateurs : régularité ou ponctualité, fiabilité, confort, accessibilité) en se référant à la norme européenne EN 13816<sup>45</sup> relative à la qualité de service.

Le terme « niveau de service » (LoS, Level of Service) est souvent utilisé pour désigner à la fois les critères de quantité et de qualité (p. ex. dans les publications américaines<sup>46</sup>).

La définition de notion de « qualité » est plus difficile à formuler, les attentes relatives à ce concept étant variables d'un pays à l'autre. Ce rapport a conservé une approche cohérente des deux définitions ci-dessus afin de mieux guider le lecteur.

L'analyse se limite aux 35 études de cas de systèmes de BHNS réalisées et s'inscrit dans le contexte européen du point de vue socio-économique, de la mobilité et des transports.

Cette analyse n'a pas pour objet la justification de la qualité de l'ensemble des choix réalisés. Cependant, elle cherche à comprendre par quel moyen chaque configuration de BHNS

---

<sup>44</sup> Le texte du « rapport d'étude » rendu par le GT3 est disponible en intégralité sur le CD joint.

<sup>45</sup> EN 13816, norme européenne relative à la qualité de service (« Transport - Logistique et services ») préparée par le CEN/TC 320, approuvée par le CEN (Comité européen de normalisation) le 30 décembre 2001 et publiée en avril 2002.

<sup>46</sup> Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition (TCRP) Report 100. Ce document contient des informations contextuelles, statistiques et graphiques sur les différents types de transports publics et offre un cadre de mesure de la disponibilité du transport et de la qualité de service du point de vue du voyageur.

---

parvient à atteindre ses objectifs en matière de service en répondant aux contraintes et aux objectifs fixés par les décideurs.

Le lecteur doit garder à l'esprit que chaque nouveau projet doit réaliser sa propre étude de faisabilité avant de déterminer le niveau de service de BHNS le plus approprié.

### 3.5.1 Les STI : tendances et influences sur les performances atteintes

Au cours des vingt dernières années, les systèmes de transport intelligent (STI) ont fait une apparition remarquable dans l'univers des transports, au sein duquel ils occupent désormais une place à part entière. Les STI, qui impliquent la mise en application de diverses disciplines d'ingénierie, ont recours aux technologies et à différentes stratégies de gestion pour faciliter l'exploitation des systèmes de transport modernes. Dans un tel contexte, les STI ont exercé un impact significatif sur l'ensemble des mises en œuvre et des exploitations récentes de BHNS.

#### **Système d'aide à l'exploitation (SAE / AVM)**

Le système automatique de suivi du véhicule est reconnu comme le composant indispensable à la gestion d'un BHNS ; l'exploitation de la plupart des BHNS décrits bénéficie d'ailleurs déjà de ce composant, indispensable pour offrir aux usagers une information en temps réel à tous les arrêts. Parmi les contre-exemples figurent les systèmes suivants :

- Les 3 lignes LAM<sup>47</sup> de Prato (bleu, vert, rouge) ont été mises en œuvre sans SAE. En 2011, le projet d'un SAE s'est concrétisé, destiné à l'ensemble des lignes TC de Prato (comprenant aussi les LAM) ; sa mise en service complète est prévue pour fin 2012.
- La ligne Malahide (Dublin) a été mise en œuvre sans SAE, bien que son acquisition ait été envisagée à l'époque. À la suite d'un déploiement pilote, le SAE a été introduit sur l'ensemble du parc de bus de Dublin (1 000 véhicules), lignes de BHNS comprises, les dernières lignes ayant été équipées début 2011.
- Les lignes de bus exploitées dans le corridor du système Bus VAO de Madrid : l'information dynamique est disponible uniquement au pôle d'échange de Moncloa, en connexion avec la ligne de métro circulaire (Tous les bus sont prévus d'être équipés prochainement).
- À Almere, le SAE est en cours d'installation et la mise en service du système d'information dynamique est prévue courant 2011.

Quoi qu'il en soit, une augmentation importante de la fréquentation a été observée même sans SAE (Dublin et Madrid), ce qui démontre que les voyageurs ont rapidement identifié l'immense avantage procuré par la nouvelle voie réservée. Tous les cas étudiés ont mis en évidence l'avantage que présente la mise en œuvre plus aboutie d'informations dynamiques complètes et précises à tous les arrêts et à bord des véhicules, un service que seul un SAE complet est capable d'assurer.

D'autres exemples démontrent le caractère indispensable de ce composant : à Curitiba, à l'issue de plus de 30 ans d'investissements dans ce qui constitue l'exemple mythique du premier BRT (projet lancé en 1974), il a été décidé d'investir dans un SAE proposant une information en temps réel aux arrêts ; il a été introduit récemment sur l'ensemble du réseau (2009/2010)<sup>48</sup>.

Un centre de contrôle SAE est en mesure de recueillir et d'assurer le suivi de données relatives aux performances des véhicules en service, en se concentrant sur deux objectifs :

- Contrôler, réguler et informer en temps réel en conformité avec les objectifs de qualité.

---

<sup>47</sup> Linea Alta Mobilita : ligne à haute (ou à haut volume de) mobilité

<sup>48</sup> Réf. : article « Bus Rapid Transit: a public renaissance », revue Built Environment, nov. 2010

- 
- Analyser les données recueillies dans un but de contrôle qualité, de gestion du patrimoine notamment au niveau des performances des infrastructures (voies réservées/priorité aux feux, etc.) ou de tout autre facteur, d'amélioration de la fiabilité des services et des horaires, etc.

Dans un certain nombre de cas, l'autorité organisatrice finance le centre de contrôle, dont elle conserve la propriété, l'achat des équipements étant également de sa responsabilité. Par exemple, Vasttrafik (autorité de Göteborg) a fourni l'ensemble des équipements de STI et en est propriétaire. Les exploitants (environ 3 à 4) installent ces équipements sur leurs véhicules ; ils disposent de leurs propres centres de contrôle et sont responsables de l'exploitation, de la répartition et de la régulation du service. Vasttrafik assume la responsabilité de la diffusion d'informations sur les événements d'importance, surveille les performances du service et contacte l'exploitant si les performances d'une ligne ou d'un secteur spécifique dépassent les limites acceptables fixées pour certains paramètres, en cas d'incident, etc. L'autorité a accès à l'intégralité des données et contrôle les objectifs d'intermodalité. Conformément à la charte de qualité proposée aux usagers, Vasttrafik offre de rembourser aux voyageurs le trajet en taxi en cas de retard de plus de 30 minutes.



*AVM Control Centre of PT Hamburg, for all lines on surface*

Pour conclure, il apparaît que tout SAE demeure un outil qui doit concerner le réseau dans son ensemble, sa mise en œuvre ne se limitant pas aux lignes BHNS.

### **Information dynamique aux voyageurs**

Pratiquement tous les BHNS décrits disposent actuellement de systèmes d'information dynamique aux voyageurs. Dans les exemples les plus classiques, la quasi-intégralité des arrêts informe sur l'arrivée du prochain bus, et parfois du bus suivant.

Au Royaume-Uni, le recours aux PPP (partenariats public-privé) a permis de financer des systèmes d'information dynamique, notamment sur la ligne Fastrack (contrat de 17 ans) et à Cambridge, où l'utilisation de la voie réservée sera facturée aux exploitant afin d'assurer l'exploitation et l'entretien de l'infrastructure (voie réservée, stations et centre de contrôle). Les recettes annuelles prévues se montent à 500 000 livres sterling.

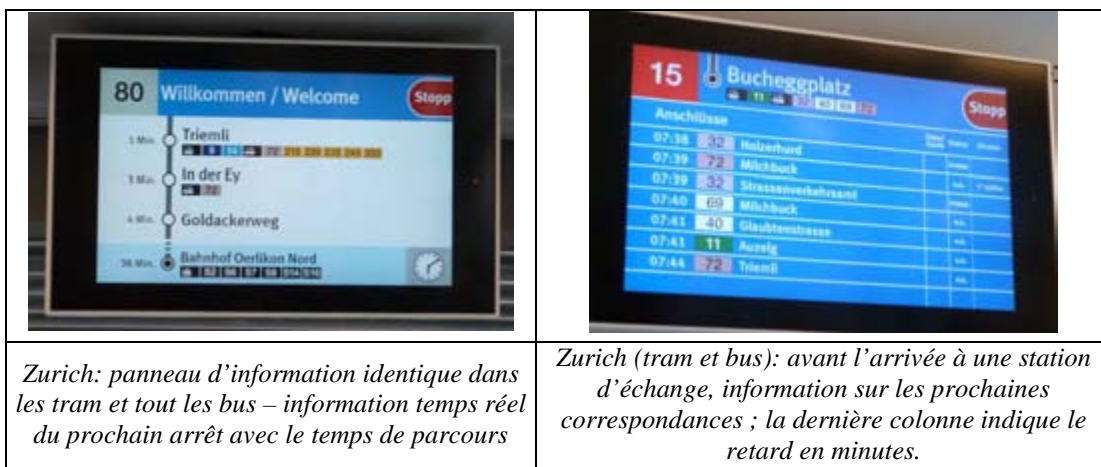
Aux environs de Londres, le système Kent Thameside Fastrack d'Ebbsfleet<sup>49</sup> fournit des ITR (informations en temps réel) sur son site Internet : horaires d'arrivée des bus et perturbations des services.

*Un intérêt pour la diffusion d'informations dynamiques à toutes les stations.*

---

<sup>49</sup> À proximité de la gare ferroviaire d'Ebbsfleet desservie par une ligne à grande vitesse (ligne Eurostar Londres - Calais)

Les photographies ci-dessous illustrent quelques exemples de panneaux d'affichage observés :

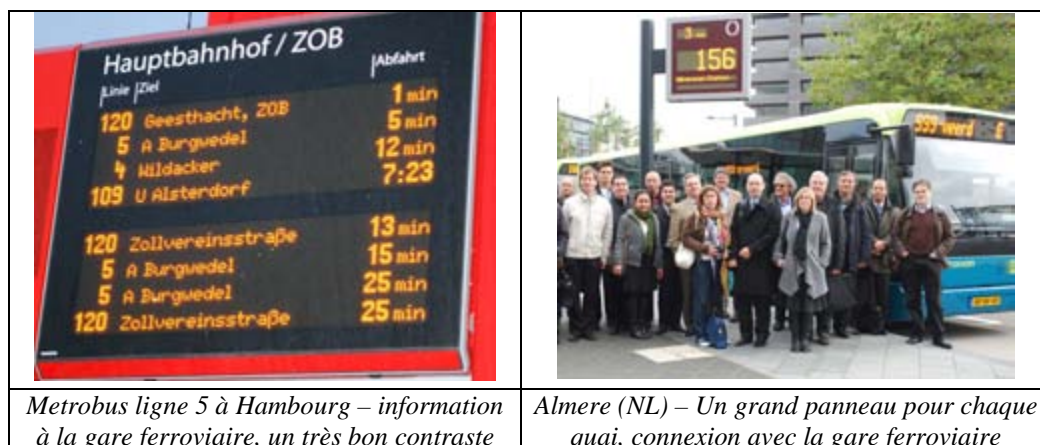


Zurich: panneau d'information identique dans les tram et tout les bus – information temps réel du prochain arrêt avec le temps de parcours

Zurich (tram et bus): avant l'arrivée à une station d'échange, information sur les prochaines correspondances ; la dernière colonne indique le retard en minutes.



RATP – Paris : toutes les stations de tram et de bus ont été équipées de flashcodes : le lien vers lequel ils renvoient peut être enregistré sur un téléphone portable.



Metrobus ligne 5 à Hambourg – information à la gare ferroviaire, un très bon contraste

Almere (NL) – Un grand panneau pour chaque quai, connexion avec la gare ferroviaire



### Informations sur et par Internet

L'ensemble des cas de BHNS étudiés proposait des informations en ligne sur les horaires prévus sur les différents itinéraires ainsi que des plans du réseau. Certains cas spécifiques, tels que la ligne Kent Thameside Fastrack, la ligne 64 de la TMB (Barcelone) et la ligne 27 d'EMT (Madrid), proposent aux voyageurs des informations en temps réel sur les prochains bus.

Quelques exemples de sites Internet de réseau où ont été développés des BHNS sont réunis ci-dessous :



BHLS	Address	Information	Mark
Kent Thameside Fastrack, UK	<a href="http://www.go-fastrack.co.uk/">http://www.go-fastrack.co.uk/</a>	Time-tables, maps, RTI	9/10
FTR -Leeds, UK	<a href="http://www.goftr.com/leeds/home.php">http://www.goftr.com/leeds/home.php</a>	Time-tables, maps	8/10
Zuidtangent, NL	<a href="http://www.zuidtangent.nl/">http://www.zuidtangent.nl/</a>	Time-tables, maps	7/10
The Jokery Line, Fi	<a href="http://aikataulut.ytv.fi/reittiopas/en/line/">http://aikataulut.ytv.fi/reittiopas/en/line/</a>	Time-tables, maps	7/10
TMB Route 64, Sp	<a href="http://www.tmb.cat/en_US/home.jsp">http://www.tmb.cat/en_US/home.jsp</a>	Time-tables, maps, RTI	7/10

	
<i>Grenoble, temps d'attente sur téléphone mobile</i>	<i>Fastrak, temps réel sur Internet : Route A - 'vers BLUEWATER' à l'arrêt, Dartford, Home Gardens</i>

En ce qui concerne les informations en temps réel, on constate l'émergence de deux tendances étroitement liées : (a) la fourniture d'informations via des canaux tiers, en particulier les terminaux mobiles personnels ; et (b) un service d'information spécifique, également sur terminal personnel, auquel le client souscrit pour accéder aux informations bien avant l'arrêt de bus concerné. Deux formes d'accès à l'information sont également à distinguer : l'envoi de données à la demande de l'utilisateur (« pull »), ou leur réception par ce dernier sans qu'il n'en fasse la demande (« push »).

### Billettique

Les systèmes de billettique sont généralement mis en œuvre sur l'intégralité du réseau de TC, sans se restreindre aux BHNS. On note la présence de solutions (notamment pour les cartes à puce sans contact) et de dispositifs de paiement/vente variés. Une enquête menée par le GT4 a montré qu'aucun système de BHNS n'a adopté de structure ou de produits de tarification spécifiques par rapport aux lignes de bus classiques.

Bien que les technologies utilisées sur les BHNS et les lignes de bus classiques soient identiques, les BHNS peuvent adopter une configuration spécifique. Par exemple, sur les lignes de Paris, Nantes, Rouen, Zurich, Londres, Prague et Athènes, les automates sont placés aux stations. À Brescia, la tarification automatique est installée sur un valideur sans contact à bord des véhicules.

Le système de Nantes, dans lequel le poste de conduite est clos à la manière d'un tram, est le seul à ne pas proposer la vente de tickets à bord par le conducteur. Une telle configuration est particulièrement bénéfique pour assurer le bon fonctionnement de la priorité aux feux et la régularité des bus.

Sur la ligne Zuidtangent, dont la capacité compte parmi les plus importantes, les stations ne sont pas équipées d'automates de billettique. Les voyageurs peuvent créditer leur carte à puce sans contact (OV-chipkaart, soit « carte à puce des transports en commun ») à domicile et dans des points de vente (supermarchés, bureaux de poste, gares ferroviaires, etc.) puis réalisent une validation à bord (activation du produit et embarquement/débarquement). Cette solution n'est pas spécifique à la ligne Zuidtangent, l'OV-chipkaart pouvant être utilisée sur l'ensemble des transports publics néerlandais (train, tram, bus, ferry, métro). Cependant, la ligne Zuidtangent compte parmi les rares systèmes de TC néerlandais à proposer le

---

rechargement de la carte OV-chipkaart à bord. Il est également possible d'acheter son ticket auprès du conducteur du bus.

### Priorité aux carrefours



Tous les cas décrits aux Pays-Bas, en France, en Allemagne, au Royaume-Uni, en Suède et en Suisse appliquent la priorité aux feux. Cette mesure fait appel à une signalisation spécifique. À Jönköping, la priorité est accordée aux bus BHNS traversant de larges carrefours giratoires. Barcelone offre une priorité aux feux, fondée sur un système d'onde verte, sur la rue Aribau (1,7 km, 7 itinéraires de bus, 36 bus/h, 16 carrefours et 8 arrêts de bus).

### Outils de comptage des voyageurs

Aucune technologie de comptage des voyageurs n'a été observée au cours des visites organisées dans le cadre du projet COST. Bien que cette technologie existe, nous n'avons pu identifier de système de BHNS la mettant en œuvre. Cependant, des « bus laboratoire » équipés de ce système (notamment à Nantes) sont souvent utilisés (pour l'analyse de toutes les lignes).

À Prague, des outils de comptage des voyageurs étaient utilisés dans 30 % des véhicules, mais sont actuellement hors service en raison de l'adoption d'un nouveau système de transmission des données du véhicule (un dispositif Wi-Fi remplaçant l'ancien système radio). En 2012, de nouveaux véhicules seront équipés, puis l'intégralité des bus à l'horizon 2015. Il est prévu que le terminal SAE embarqué fournisse également des informations en temps réel sur le taux d'occupation du véhicule sur une requête spécifique ou programmée émanant du centre de contrôle.

### Outils de contrôle et de sécurité

Plusieurs sites (Amsterdam, Dublin, Essen, Hambourg, Leeds, ligne Fastrack, Cambridge et Zurich) disposent de systèmes de vidéosurveillance.

Barcelone, Lisbonne, Madrid et Nantes réalisent un contrôle sanction régulier du respect des couloirs bus au moyen de véhicules dédiés.

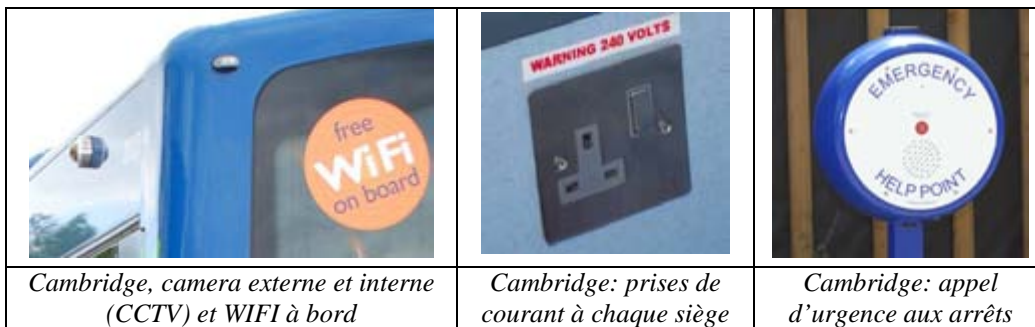


*Manchester : Message d'information à bord sur le système de vidéosurveillance doté de caméras intérieures et extérieures.*

## Outils innovants ou inhabituels

Pour conclure, les éléments de STI spécifiques suivants ont été observés :

- Busway de Nantes : informations sur les horaires de correspondance à bord des bus approchant une station de tram.
- ÖPNV-Trasse (Oberhausen) : quais partagés entre les bus et les tramways à haute fréquence.
- Thameside Fastrack (Londres) : présence de bornes interactives avec accès Internet aux arrêts de bus.
- TVR (Castellón) : système de guidage optique analogue à celui de Rouen (TEOR).
- Fastrack (Cambridge) : caméras de vidéosurveillance à l'intérieur et à l'extérieur des bus, prises de courant et connexion Wi-Fi à bord.
- Information temps réel sur Internet et terminaux mobiles à Barcelone, Grenoble, Madrid, Lisbonne et Londres.
- DPP (Prague) : paiement à l'aide d'un téléphone portable.
- Ligne 300 du réseau Zuidtangent : horaires « cadencés » (voir l'illustration ci-dessous).



300 naar Haarlem Station NS		Zuidtangent
Actuele vertrektijd weten? SMS: Halteplaats:57330610 naar 3609 (+€ 0,25 p. sms)   only valid 15-12-2009 08:11:00		
maandag t/m vrijdag		
5	26 35 45 56	
6	06 16 26 36 46 56	
7	02 08 14 20 26 32 38 43* 44 50 55* 56	
8	02 07* 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
9	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
10	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
11	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
12	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
13	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
14	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
15	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
16	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
17	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
18	02 08 14 20 26 32 38 44 50 56	
19	02 08 14 20 27 37 47 57	
20	07 17 27 37 47 57	
21	07 17 27 37 47 57	
22	07 17 27 37 47 57	
23	07 17 27 37 47 57	
0	07 17 27 37 47 57	
1	07	

\* Afwijkende bestemming Hooftdorp Spaarne Ziekenh.

*Zuidtangent ligne 300 "full" BHNS : des horaires cadencés, facile à mémoriser (pratiques similaires en Allemagne, en Suède et en Suisse).*

Quelques éléments clés ressortent de cette analyse :

- Le SAEIV demeure toujours une priorité, même après l'introduction réussie d'améliorations sur l'infrastructure (p. ex. le QBC à Dublin et le projet d'Almere)<sup>50</sup>. Il est primordial que

<sup>50</sup> À Curitiba, à l'issue de plus de 30 ans d'investissement dans ce qui constitue un exemple classique de BRT (projet lancé en 1974), un SAEIV proposant des informations en temps réel aux arrêts a été introduit récemment sur l'ensemble du réseau (2009/2010) ; article paru dans Built Environment.

---

chaque mode de TC soit conçu et exploité dans un souci d'efficacité, et qu'il soit en mesure de faire face aux perturbations et aux problèmes de congestion.

- L'installation du SAEIV est recommandée, et ce sans se restreindre au système de BHNS, mais en l'étendant à l'ensemble du réseau de TC.

Les trois piliers de tout SAEIV sont les suivants :

- Le suivi et la localisation de l'intégralité des bus, avec le soutien d'une proportion minimale de voies réservées et de mesures de priorité aux carrefours.
- La fonction de communication entre les différents sous-systèmes, véhicules, stations et le centre de contrôle / les dépôts / les ateliers.
- La stratégie de régulation, appuyée par des technologies de localisation et de communication en temps réel, l'analyse et la présentation efficaces des informations pertinentes aux régulateurs, ainsi que la capacité de ces derniers à agir sur le service et/ou à envoyer des commandes/informations spécifiques à un bus/une ligne.

La fiabilité des horaires est un élément fondamental pour gagner la confiance des voyageurs dans le système.

L'installation de dispositifs d'information dynamique à tous les arrêts apparaît comme indispensable à toute approche complète d'un système de BHNS : ils permettent de garantir un service équivalent à l'ensemble des voyageurs de la ligne concernée. Les autorités de transport et les exploitants réfléchissent cependant au meilleur moyen de parvenir à un tel résultat. Pour des raisons financières, l'installation de panneaux d'affichage pourrait se restreindre aux stations les plus fréquentées. On peut en effet envisager l'utilisation de systèmes s'appuyant sur les technologies mobiles tels les téléphones, avec un transfert par texto ou WAP, ou les terminaux Internet mobiles, notamment via les flashcodes.

Le SAEIV (associé à Internet) est l'outil indispensable pour parvenir aux objectifs définis en matière d'intermodalité appliquée au réseau de transport tout entier.

Voici une liste non-exhaustive d'exemples des enseignements tirés par des exploitants de transports publics ou des collectivités compétentes :

- Augmentation nécessaire des dimensions/capacités techniques/opérationnelles internes afin d'être en mesure de sélectionner et d'évaluer les différents produits proposés par le marché émergent des STI et de mener à bien les phases d'approvisionnement, de mise en œuvre et d'exploitation du système retenu.
- Refonte de l'organisation de l'entreprise à partir des possibilités/opportunités offertes par les systèmes SAEIV et STI.
- Enfin, identification d'un ensemble d'indicateurs permettant de garantir un niveau de performance technique élevé des technologies/composants du SAEIV afin de se conformer aux niveaux/standards de qualité de service définis dans les contrats de service correspondants relatifs aux BHNS et à l'ensemble des TC.

Qui plus est, en ce qui concerne les SAEIV, nous n'avons pas identifié d'applications ou d'exigences spécifiques aux BHNS par rapport aux lignes de bus classiques.

Ce n'est pas le cas des STI, pour lesquels il existe des applications et des exigences spécifiques aux BHNS :

- Outils de guidage nécessitant une infrastructure de bonne qualité et protégée aux arrêts sur l'ensemble de l'itinéraire (Castellón, Rouen (TEOR), Cambridge, Douai).
- Automates de billettique aux stations (Busway, TVM, Fastrack, Zuidtangent, TEOR).
- Accès Internet aux stations, prises de courant et Wi-Fi à bord des véhicules (Fastrack, Cambridge).

### 3.5.2 Gestion de la qualité : indicateurs et tendances observés

La gestion de l'exploitation des BHNS constitue la tâche la plus stratégique pour les exploitants afin de garantir le maintien de la fiabilité et des performances au plus haut niveau. Dans certains cas, les collectivités établissent les niveaux de qualité visés par le biais d'accords contractuels. En matière de ressources et d'outils, les exploitants doivent faire tout

leur possible pour garantir ces niveaux de qualité au quotidien. Pour un projet de BHNS, le niveau d'importance des objectifs de qualité doit être le même que pour la conception de lignes de tramway ou de train.

Depuis 2002, la norme européenne EN 13816 du CEN<sup>51</sup> relative à la qualité de service des transports publics de voyageurs définit la notion de qualité de service appliquée au transport de passagers. Elle établit une méthode de gestion et de mesure de la qualité en se référant au concept de cycle de qualité. Elle repose sur un principe fondamental : toutes les méthodes de calcul utilisées sont orientées « client ». Elles doivent prendre en compte le nombre de voyageurs qui obtiennent le niveau de qualité requis. Cette norme définit les critères de qualité obligatoires et facultatifs, proposant ainsi un outil de référence pour la mesure de la qualité du service par rapport à une situation de référence. Le texte propose un éventail complet d'indicateurs de qualité, regroupés dans les 8 catégories décrites ci-dessous (seuls les éléments principaux sont mis en évidence) :

1. Disponibilité des services	Amplitude, fréquence, facteur de charge, ...
2. Accessibilité des services	Interface externe, interne, billettique
3. Information	Information générale (avec celles sur les perturbations)
4. Horaire	Temps de parcours: recherché de trajet, access / egress time... Adhérence à l'horaire: ponctualité / régularité
5. Assistance aux voyageurs	Disponibilité du personnel, assistance, ...
6. Confort	Places assises, confort de conduite, ...
7. Sécurité	Nombre d'accidents,...
8. Impact environnemental	Normes d'émission des véhicules,...

La norme EN 13816 du CEN se destine à la gestion de la qualité. Son application au sein d'une entreprise de transports en commun passe par un processus de certification. Il revient aux exploitants du réseau de bus de décider d'opter pour une certification des lignes de bus selon cette norme de qualité. Il n'est pas nécessaire d'entreprendre une procédure de certification complète. La norme EN 13816 peut être intégrée aux processus d'appel d'offres relatifs à l'exploitation.

Elle propose deux mesures appliquées à la régularité/ponctualité :

- Le pourcentage de voyageurs non affectés par des services qui ne remplissent pas leurs objectifs, avec un temps intervéhiculaire supérieur de 2 à 3 minutes par rapport à l'intervalle annoncé ( $NP_d/NP_T$ ) ;
- Le pourcentage de voyageurs non affectés par des retards de 3 à 5 minutes ou une avance d'1 minute (à partir de 59 secondes) ( $NP_d/NP_T$ ).

Selon la norme, un service est considéré comme régulier/ponctuel s'il satisfait la relation suivante :  $NP_d/NP_T \geq 80 \%$ . Comme l'explique le paragraphe suivant, nous considérons que, pour des BHNS, ce seuil peut atteindre un seuil de 90 à 95 %.

Il convient de noter que le processus de calcul n'est pas simple, car il prend en compte le nombre de voyageurs bénéficiant d'un service considéré « à l'heure » plutôt que de se contenter de la proportion de véhicules « à l'heure ».

## 1- Application de la norme de qualité du CEN

### a – Indicateur de régularité / ponctualité

Parmi les 35 sites de BHNS décrits, la certification de la ligne selon la norme européenne est appliquée dans 10 cas seulement. Cette mise en application est parfois réalisée sur une base contractuelle prévoyant d'éventuelles répercussions sous forme de « bonus / malus ». En

<sup>51</sup> CEN : Comité européen de normalisation

général, les données relatives aux indicateurs de qualité ont été très difficiles à recueillir. Il y a plusieurs raisons à cela, la plus importante étant la confidentialité des données. En raison de leurs situations de mise en concurrence, les exploitants rechignent à fournir leurs données. Le coût représenté par la collecte des données et la réalisation d'enquêtes explique également cette difficulté. Dans certains cas, ces données n'étaient pas encore disponibles.

Le tableau ci-dessous met en évidence certains résultats en matière d'objectifs de fiabilité (pourcentage de voyageurs ayant bénéficié d'un service ponctuel) fournis par les sites concernés :

	Objectif de régularité, ponctualité	Seuils atteints	Observation
Nantes (Busway)	90% (i+2min)	98%	Très bonne qualité
Fastrack (B)	95% (H-1min;H+5min)	97,5%	Très bonne qualité
Twente (line 2, 3)	80% (H-1min;H+5min)	94,7 / 97,6%	Bonne protection
Paris (TVM)	90% (i+2min)	95,8%	Ratio de charge élevé
Grenoble (line 1)	90% (H-1min;H+5min)	95	Bons résultats
Leeds	95% (H-1min;H+5min)	93%	Bonne protection
Almere (network)	80% (H-1min;H+3min)	91,4%	Très bonne qualité
Prague line 213	80% (H-0min; H+2min)	78 - 86 %	Peu de site propre
Göteborg (line 16)	80% (H-30s; H+3min)	75%	Congestion passagers
Lisbon (all network) <sup>52</sup>	80 % (i +/- 20%i)	93 %	Peu de site propre
	85% (H-0min to H+5min)	87%	

Légende: où  $i$ =intervalle (objectif de régularité) and  $H$  = horaire programmé (objectif de ponctualité)  
 Table 16: Régularité / ponctualité, données recueillies de quelques BHNS

La capacité dépend de la régularité.

On constate que l'investissement dans l'amélioration de l'infrastructure permet d'atteindre des niveaux de régularité très satisfaisants. Les voies réservées contribuent à réduire les problèmes survenant aux heures de pointe (qui représentent parfois des périodes très courtes à l'échelle d'une journée) et permettent aux usagers de compter sur des horaires réguliers toute la journée. Les voies réservées « urbaines » semblent plus efficaces pour garantir la régularité quelle que soit l'heure que pour améliorer la rapidité du service.

Les exemples étudiés nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Il apparaît qu'un objectif de 95 % puisse être atteint lorsque le niveau de service du BHNS visé est très haut.
- Un tel pourcentage est considéré comme capable de fournir un service à haute fréquence efficace et la capacité importante qui en découle.
- Le niveau recommandé par la norme du CEN (80 %, H-1 min, H+5 min) apparaît insuffisant pour parvenir à un niveau digne d'un BHNS complet les jours ouvrables (fréquence plus importante).

La ligne 16 de Göteborg est présentée ici comme un exemple pratique des enjeux énoncés. Selon ses horaires (présentés ci-dessous), cette ligne BHNS offre 12 passages aux heures de pointe<sup>53</sup>. Elle fait encore face à des problèmes pour parvenir à une régularité de haut niveau lorsque les temps intervéhiculaires sont courts (5 minutes aux heures de pointe). Les enjeux

<sup>52</sup> Pour des services avec des intervalles de moins de 20 minutes, la régularité est mesurée sur l'intervalle et non l'horaire. Par exemple, un service avec un intervalle programmé de 10 minutes (un bus toutes les 10 minutes); le seuil de régularité sera atteint si le bus passe 8 à 12 minutes après le précédent (i.e. intervalle programmé +/- 2 minutes). Si les services ont des intervalles au dessus des 20 minutes, alors la ponctualité est mesurée à partir des horaires. Les seuils incluent tous les voyages réalisés (semaines et week-ends), mais n'intègrent pas les services non réalisés, souvent liés à des facteurs externes (accidents...).

<sup>53</sup> De manière analogue au projet d'Utrecht, les bus sont bondés aux heures de pointe, si bien que la ligne conviendrait à la capacité d'un tram. Cependant, en raison de besoin en capacité plus réduits aux autres heures, l'adoption du tramway a été différée.

spécifiques auxquels elle est confrontée sont les suivants (identifiés sur la base d'un dialogue avec la collectivité concernée) :

- Les lignes du service Västtrafik circulant en périphérie de Göteborg sont généralement fiables à plus de 90 %. Cependant, les meilleures lignes de tram de la ville présentent un taux de ponctualité de 82 % seulement (au centre-ville), un chiffre qui passe à 75 % sur la ligne principale n° 16 (BHNS), circulation au centre-ville comprise.
- Le manque de fiabilité constaté est largement dû à des besoins en déplacement imprévisibles/irréguliers. Selon le nombre de voyageurs à l'arrêt pour un bus donné, la durée de l'arrêt fluctue au-dessus et en dessous de sa valeur moyenne. Cela peut entraîner un léger retard/une légère avance du bus à l'arrêt suivant. Lorsqu'un bus est légèrement en retard sur un itinéraire fréquenté, il est vraisemblable qu'un nombre plus important de voyageurs patientent à l'arrêt suivant, entraînant ainsi une durée d'arrêt plus longue. Pendant ce temps, le bus suivant, qui transporte moins de voyageurs, commence à rattraper le véhicule précédent. Au bout d'un certain nombre d'arrêts, l'effet d'accumulation aboutit au phénomène classique de regroupement des bus en « peloton ».
- Les retards ont également un impact sur le confort. Les voyageurs essaient toujours de monter à bord du premier bus, même s'il est immédiatement suivi d'un deuxième. Lorsque les distances intervéhiculaires sont bouleversées et que deux bus se rapprochent l'un de l'autre, le premier embarque la majorité des voyageurs, si bien que la densité peut dépasser la norme et entraîner des sensations d'inconfort dans un bus bondé. Le second bus dispose quant à lui d'un espace largement suffisant, voire même de places assises inoccupées.
- Deuxième raison des retards sur les itinéraires principaux : l'utilisation des arrêts par d'autres services (un problème commun avec les trams pour les stations partagées avec les bus). Certains itinéraires proposent la vente de titres de transport à bord, ce qui peut gêner la progression des bus et les trams qui suivent et provoquer des retards. Outre la ligne 16, 8 autres lignes se partagent le corridor central.
- Pour améliorer l'exploitation à de telles capacités, il est nécessaire d'aider les conducteurs à agir avec plus de fermeté pour la fermeture des portes, par exemple en équipant le système d'un signal sonore analogue à ceux utilisés sur le réseau ferré.
- Les conducteurs ne vendent plus de titres de transport à bord. Cette mesure a permis d'améliorer la ponctualité de 2 à 4 %.

16		FRÅN BRUNNSPARKEN TILL EKETRÄGATAN		Västtrafik	
MÅNDAG TILL FREDAG		LÖRDAG	SÖNDAG OCH HELGDAG	BESTID & HÅLLPLATSER	
5	11	5	5	0	Brunnsparke
6	12	6	6	1	Nordstan
7	13	7	7	2	Purttipgatan
8	14	8	8	3	Regnbågsgatan
9	15	9	9	4	Lindhagens
10	16	10	10	5	Sannegårdsåttan
11	17	11	11	6	Nordvägatan
12	18	12	12	7	Söndalstorg
13	19	13	13	8	Eketrägatan
14	20	14	14	9	Sätersgatan
15	21	15	15	10	Lundby Gamla Kyrka
16	22	16	16	11	Eketrägatan
17	23	17	17	12	
18	24	18	18	13	
19	25	19	19	14	
20	26	20	20	15	
21	27	21	21	16	
22	28	22	22	17	
23	29	23	23	18	
24	30	24	24	19	
25	31	25	25	20	
26	32	26	26	21	
27	33	27	27	22	
28	34	28	28	23	
29	35	29	29	24	
30	36	30	30	25	
31	37	31	31	26	
32	38	32	32	27	
33	39	33	33	28	
34	40	34	34	29	
35	41	35	35	30	
36	42	36	36	31	
37	43	37	37	32	
38	44	38	38	33	
39	45	39	39	34	
40	46	40	40	35	
41	47	41	41	36	
42	48	42	42	37	
43	49	43	43	38	
44	50	44	44	39	
45	51	45	45	40	
46	52	46	46	41	
47	53	47	47	42	
48	54	48	48	43	
49	55	49	49	44	
50	56	50	50	45	
51	57	51	51	46	
52	58	52	52	47	
53	59	53	53	48	
54	60	54	54	49	
55	61	55	55	50	
56	62	56	56	51	
57	63	57	57	52	
58	64	58	58	53	
59	65	59	59	54	
60	66	60	60	55	
61	67	61	61	56	
62	68	62	62	57	
63	69	63	63	58	
64	70	64	64	59	
65	71	65	65	60	
66	72	66	66	61	
67	73	67	67	62	
68	74	68	68	63	
69	75	69	69	64	
70	76	70	70	65	
71	77	71	71	66	
72	78	72	72	67	
73	79	73	73	68	
74	80	74	74	69	
75	81	75	75	70	
76	82	76	76	71	
77	83	77	77	72	
78	84	78	78	73	
79	85	79	79	74	
80	86	80	80	75	
81	87	81	81	76	
82	88	82	82	77	
83	89	83	83	78	
84	90	84	84	79	
85	91	85	85	80	
86	92	86	86	81	
87	93	87	87	82	
88	94	88	88	83	
89	95	89	89	84	
90	96	90	90	85	
91	97	91	91	86	
92	98	92	92	87	
93	99	93	93	88	
94	100	94	94	89	
95	101	95	95	90	
96	102	96	96	91	
97	103	97	97	92	
98	104	98	98	93	
99	105	99	99	94	
100	106	100	100	95	

Horaires de la ligne 16, la ligne de bus articulés la plus importante de Göteborg

La méthode de calcul proposée par la norme du CEN n'offre aucune lisibilité du niveau d'irrégularité des voyageurs retardés. On constate cependant l'existence d'un besoin important : être en mesure de contrôler où et quand cette irrégularité se manifeste. Le recours à d'autres indicateurs est donc nécessaire, et se pratique déjà, bien qu'il ne fasse généralement pas l'objet d'une publication. Nous estimons que le partage de ces résultats et le lancement d'une analyse comparative ou d'une action de recherche appropriée constitueraient une démarche bénéfique pour parfaire nos connaissances de la priorité de passage.

L'autorité organisatrice des transports de Zurich, dont le réseau compte parmi les meilleurs d'Europe<sup>54</sup> en matière de fréquentation et d'efficacité, fait preuve d'un niveau de qualité impressionnant sans pour autant faire appel à la norme du CEN. Malgré la fréquence importante de l'ensemble des lignes de tram et de bus, toutes les lignes suivent des horaires fixes, les objectifs de qualité consistant à les respecter à tous les arrêts et sur l'ensemble des services. L'autorité concernée a mené des analyses nombreuses et variées sur les temps de parcours (répartition), la vitesse (répartition), la ponctualité (écarts aux arrêts, pourcentage des départs à l'heure) et la régularité (répartition au niveau de l'itinéraire et des arrêts).

Comme le montre la figure 24 (analyse de la ligne de bus 31, considérée comme une ligne de BHNS), l'écart constaté à tous les arrêts permet de mieux cibler les périodes et les lieux auxquels surviennent les problèmes<sup>55</sup>.

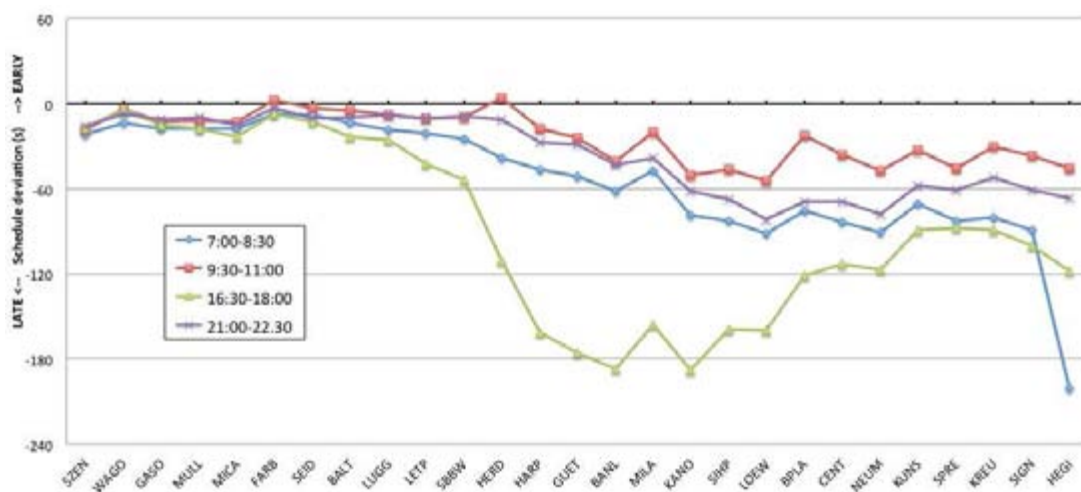


Figure 24: Zurich, mean schedule deviation by time of day at stop level – line 31

#### b – Indicateur du coefficient de charge

Ci-dessous sont mis en évidence les résultats relatifs au coefficient de charge (pourcentage de voyageurs occupant un bus dont le taux est inférieur à 4 voyageurs debout/m<sup>2</sup>) ; un excès de charge entraîne souvent des irrégularités :

Table 17	Seuil objectif	Seuil atteint	observation
Nantes (Busway)	80%	Over 80	
Paris (TVM)	80%	76,7%	Often overcrowded
Gothenburg (line16)	Problèmes de capacité aux heures de pointe (Ecoles, université)		
Fastrack (Kent)	Pas de problème de capacité		
Prague line 213	2,6 pass/m2 (moyenne à la pointe)	2,76 pass/m2	

<sup>54</sup> 590 déplacements par habitant, 45 % de part de marché pour les transports publics

<sup>55</sup> Référence : étude « quantifying public transport reliability in Zurich », Nelson Carrasco, ETH, Université de Zurich.



Les résultats obtenus montrent à quel point il est difficile d'offrir un trajet confortable aux voyageurs sur les lignes BHNS, en particulier aux heures de pointe. Selon la norme européenne du CEN, le « confort » correspond à un taux inférieur à 4 personnes par m<sup>2</sup>. Ces spécifications ont été retenues pour le Busway de Nantes, le TVM parisien, les lignes 11 et 12 à Utrecht et la ligne 213 à Prague.

Il apparaît qu'une ligne BHNS efficace attire toujours plus d'usagers que prévu, les outils de modélisation aboutissant souvent à une sous-estimation de la fréquentation. On observe des tendances identiques pour les projets de tram et de métro.

### c- Taux de disponibilité

Cet élément se rapporte aux facteurs techniques et humains tels que les pannes ou les absences des conducteurs aux départs. Différentes méthodes de calcul sont possibles.

Le tableau ci-dessous présente les différents taux de disponibilité (proportion des services disponibles) :

Table 18	TVM	Busway	Grenoble (line 1)	Fastrack (Kent)	Prague (line 213)	Barcelonna (route 64)	Castellón (guided bus)
Taux de disponibilité	99%	99,90%	99,90%	99,52%	99,80%	98.51%	98.00%

Bien que peu de données aient été recueillies (et sur des bases potentiellement différentes), ces résultats nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le mode bus est capable d'atteindre une très bonne disponibilité (en motorisation diesel et au gaz).
- Dans le cas d'un « full » BHNS, un taux supérieur à 99 % peut être atteint, un facteur qui contribue grandement à la qualité du service.
- Il est possible que le niveau légèrement inférieur de Castellón soit attribuable à l'ouverture récente de l'itinéraire aux trolleybus (juin 2008).

## **2- Différentes méthodes de mesure de la régularité/ponctualité**

Comme mentionné plus haut, la régularité/ponctualité apparaît comme l'indicateur le plus stratégique pour le suivi et le maintien d'un niveau de qualité satisfaisant à l'échelle du système. Plusieurs petites missions ont été menées dans le cadre de l'action COST TU0603 afin de parvenir à une analyse de l'état de l'art dans ce domaine. Un article, publié en août 2010<sup>56</sup>, est inclus sur le CD joint.

Une standardisation des indicateurs appropriés est nécessaire afin d'être en mesure de déterminer les performances de fiabilité selon un spectre plus large.

Les différentes méthodes de calcul de la régularité observées sont exposées dans la version intégrale de ce document, disponible sur le CD joint.

## **3- Qualité de l'information des voyageurs**

Il est établi qu'investir dans des systèmes d'information des voyageurs permet d'accroître l'intérêt du public sur les BHNS. Nous avons noté l'utilisation d'écrans dotés de caractéristiques ergonomiques de qualité (contraste élevé) et le recours éventuel à de grandes

---

<sup>56</sup> Transit reliability performances, some contribution of a COST research ; Domenico Gattuso, Massimo Galante Antonio Lugarà, Salvatore Napoli ; université méditerranéenne de Reggio de Calabre ; faculté d'ingénierie, Italie.

---

surfaces d'affichage dans les stations, (p. ex. à Hambourg, Twente et Almere). Les informations relatives aux retards ou aux perturbations sont coordonnées par un centre de contrôle qui les relaie vers les véhicules, les dispositifs installés aux arrêts de bus et d'autres services multimédia.

On constate l'existence de besoins additionnels (publicité, informations sur la ville, actualités, etc.) de plus en plus nombreux à bord des bus (p. ex Fastrack, Hambourg) comme aux arrêts (Fastrack).

La présence de systèmes d'information dynamique à toutes les stations est cependant assez onéreuse (à installer et à entretenir). La diffusion des informations peut se révéler plus rentable si celles-ci sont transmises directement aux voyageurs via des appareils mobiles (téléphone/terminal de poche, terminal Internet mobile avec diffusion par SMS, WAP, flashcode). Ce type de diffusion connaît un développement rapide en raison du nombre croissant de fournisseurs de services d'information de déplacement. Les panneaux d'affichage connectés à Internet doivent être utilisés aux points clés du réseau.

Il est admis que les algorithmes de calcul des temps d'attente sont de nature à être plus précis pour les itinéraires fiables que pour les services plus aléatoires. Une fréquence élevée permet aussi de faciliter la fiabilité du calcul, les algorithmes s'appuyant sur les performances du bus précédant. Même en présence d'une voie réservée sur l'intégralité de la ligne, le besoin d'informations demeure, en particulier pour les perturbations les plus conséquentes comme les pannes, les accidents, etc.

La diffusion d'informations de qualité constante à l'ensemble des voyageurs et quel que soit l'arrêt doit figurer parmi les objectifs d'un projet de BHNS.

#### **4- Qualité de conduite**

La qualité de conduite est un élément essentiel du succès d'un BHNS. Le confort et la sécurité des voyageurs constituent des priorités.

L'utilisation de bus articulés ou bi-articulés implique le transport d'un grand nombre de voyageurs. Il est primordial que les conducteurs bénéficient d'une formation afin de s'assurer que le trajet soit aussi confortable que possible, un objectif auquel la qualité d'infrastructure participe également.

Les sites d'Almere, du TVM et de la ligne Zuidtangent, intégralement pourvus de voies réservées, offrent probablement un trajet très confortable (paramètre non mesuré). Nous avons remarqué que la vitesse de circulation a été fixée à 38 km/h à Almere car elle permet d'adopter une conduite souple.

Sur la ligne TVM, une économie de 6 % a été constatée au niveau de la consommation de carburant suite à l'ouverture de l'extension ouest qui est en totalité en site propre avec priorité aux feux.

#### **5- Satisfaction client**

Malheureusement, nous n'avons été en mesure de recueillir que très peu de résultats d'enquêtes à ce sujet. En outre, les données disponibles sont rarement spécifiques aux BHNS, mais concernent plus souvent le réseau dans son ensemble.

L'évaluation des voyageurs la plus intéressante (avant/après) provient du projet de Jönköping<sup>57</sup>. L'introduction des deux premières lignes structurantes en 1996 (lignes 1 et 2, la troisième ayant été mise en service après la présente étude) a abouti, dans une certaine mesure, à une augmentation des distances de marche pour rejoindre les arrêts sur les lignes principales, et à un nombre de correspondances plus important (introduction de lignes de

---

<sup>57</sup> Rapport : Evaluation of the reorganisation of public transportation in Jönköping, Université de Lund, département technologie et société ; Lund 1999.

---

rabattement). Une augmentation de la fréquentation d'environ 20 % a été observée. Cependant, cette enquête, réalisée à grande échelle auprès des voyageurs, a mis en évidence les inconvénients du nouveau projet, notamment en raison de l'introduction d'un nombre de correspondances plus important touchant environ 36 % des déplacements. Les résultats généraux sont les suivants :

- 37 % des personnes interrogées pensent que le nouveau réseau de transport améliore la situation (45 % empruntent les lignes BHNS).
- 32 % estiment que la situation n'a pas changé.
- 31 % pensent que le nouveau système est pire (ce pourcentage augmente parmi les personnes dont les trajets exigent des correspondances).
- Les réponses les plus enthousiastes concernent le design des bus, les informations aux arrêts et la fréquence (la régularité a plus d'importance que le temps de parcours).

Les deux facteurs le plus sévèrement jugés, c'est à dire le nombre de correspondances et les distances de marche, affectent plus les personnes âgées que la population jeune. L'augmentation du nombre de personnes âgées dans les années à venir confère de l'importance à ces éléments.

En conclusion de ces résultats, il semble que ce projet soit plus adapté aux jeunes qu'aux personnes âgées, les correspondances demeurant un obstacle à son utilisation, en particulier pour cette tranche d'âge. Cependant, l'objectif de ce projet (la mise en place de lignes principales complétées d'itinéraires locaux et de rabattement) consistait également à améliorer la rentabilité de l'ensemble du réseau de bus précédent : un élément qui explique en partie l'insatisfaction constatée.

Nous avons reçu des données obtenues à l'occasion d'une enquête comparant une ligne de tram à une ligne de BHNS à Rouen. Selon les résultats figurant ci-dessous (2004), la ligne BHNS (TEOR) présente un taux de satisfaction plus important que la ligne de tram. Ce résultat est principalement dû à une augmentation de la fréquentation de cette ligne de tram, dont la congestion est devenue quelque peu supérieure à celle de la ligne TEOR, une nouvelle ligne dont la fréquence est plus élevée sur la portion principale (par ailleurs de nouveaux véhicules ont déjà été commandés pour le tramway).

2004	TEOR	Tramway	Common buses lines
Taux de satisfaction globale	16,2	15,7	15,4

Cette information démontre que, plus que le mode utilisé, c'est la qualité du service qui constitue le critère principal pour l'utilisateur.

## 6- Places assises et espace personnel

Dans la figure 25 ci-dessous, on observe un taux de place assise moyen plus important pour les trajets les plus longs. Ce résultat paraît logique : les voyageurs sont plus susceptibles d'exiger une place assise pour un trajet long.

En outre, on peut remarquer les éléments suivants :

- Au Royaume-Uni et en Irlande, les exploitants préfèrent proposer un nombre de places assises plus important en ayant recours aux bus à impériale pour améliorer le confort des voyageurs (Dublin et Manchester).
- Dans les zones périphériques ou suburbaines, les exploitants ont opté pour des types de véhicules variés : la ligne Jokeri fait appel à des bus dotés d'un confort élevé, tandis que les lignes Zuidtangent et TVM utilisent des bus urbains présentant un faible taux de places assises, vraisemblablement pour optimiser la capacité ; la ligne 651 du corridor VAO (Madrid) a quant à elle opté pour une solution intermédiaire.

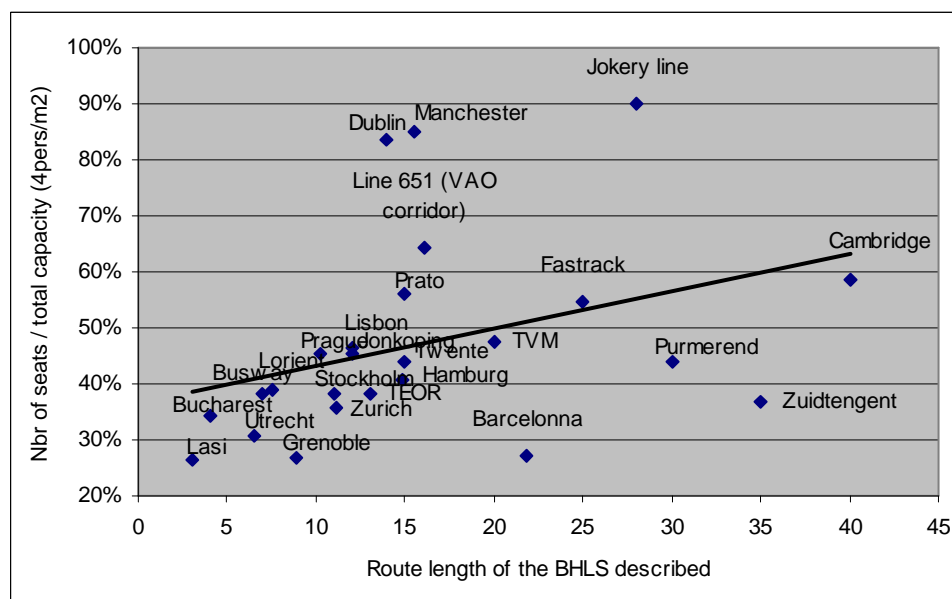


Figure 25 : Relation entre % de place assise et longueur de ligne

### 7- Heures d'exploitation ou amplitude horaire

La figure 26 ci-dessous met en évidence les variations de l'amplitude horaire dans les aires urbaines : de 14 heures pour les plus modestes à 21 heures pour les zones les plus étendues et les plus actives.

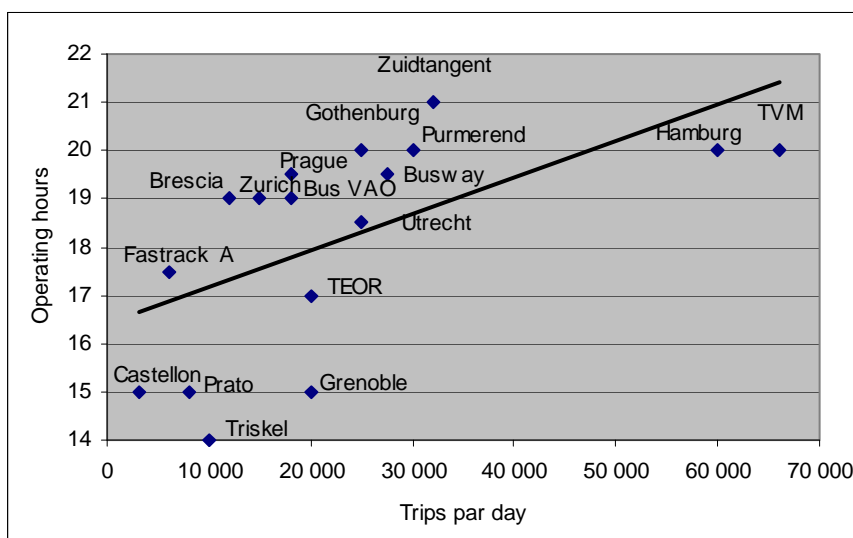


Figure 26 : Relation entre amplitude horaire et nombre de voyages par jour

Nous observons les éléments suivants :

- L'adoption d'une amplitude aussi étendue que possible constitue une caractéristique pertinente pour une ligne structurante. Les lignes TVM et Metrobus (Hambourg) offrent des liaisons avec les réseaux ferrés régionaux et de métro.
- L'amplitude horaire compte parmi les facteurs permettant d'augmenter notablement la fréquentation.

### 8- Fréquence

Les variations des délais intervéhiculaires présentés dans la figure 27 sont relativement importantes : de 3,5 min à 30 min aux heures creuses. Les villes sont classées par ordre décroissant de taille :

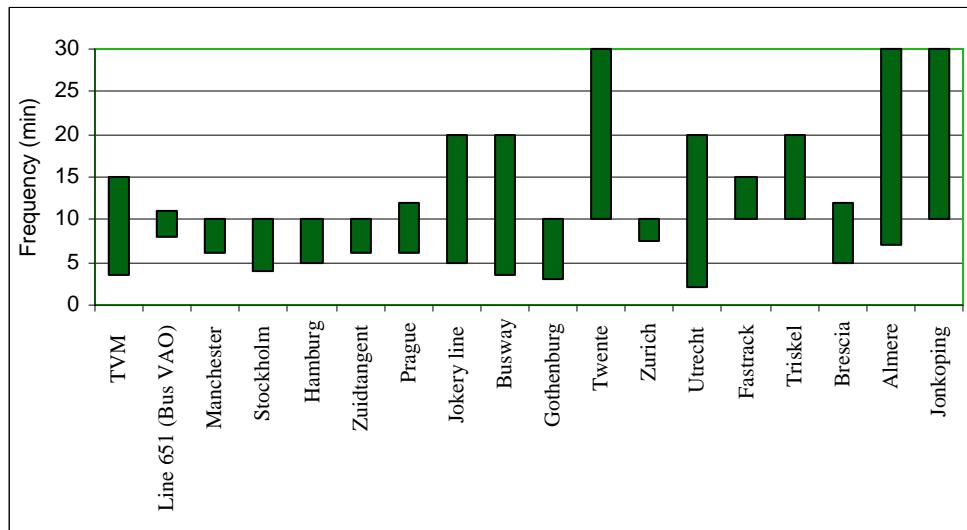


Figure 27: Variation des fréquences observées

Nous en tirons les conclusions suivantes :

- Les fréquences faibles aux heures creuses sont principalement observées dans les aires urbaines limitées et de faible densité (Twente, Almere, Jönköping) ou sur les lignes périphériques telles que la ligne Jokeri à Helsinki. Le besoin en régularité est alors essentiel.
- Les fréquences élevées aux heures de pointe permettent de répondre à une demande bien plus importante (TVM, Busway, Utrecht).
- Les fréquences peuvent être fondées sur le critère de la demande, dès lors que l'on est en capacité d'offrir une très bonne régularité / ponctualité.

Adapter la fréquence à la demande est important pour des raisons économiques. Par conséquent, une ponctualité élevée demeure un facteur essentiel lors des périodes où la fréquence est faible.

Numéro	Horaires	Numéro	Horaires	Numéro	Horaires
5	20:55	7	08:10 08:30 08:50	9	08:00
6	14:20 08:50	8	14:00	10	14:00
10	14:20 08:50	11	07:16 20:27 08:42 09:57	12	14:20 <sup>P</sup> 08:50 <sup>P</sup>
12	14:20 08:50	13	08:12 20:27 08:42 09:57	14	14:20 <sup>P</sup> 08:50 <sup>P</sup>
14	14:20 08:50	15	08:12 20:27 08:42 09:57	16	14:20 <sup>P</sup> 08:50 <sup>P</sup>
18	14:20 08:50	19	08:12 20:27 08:42 09:57	17	14:00
20	14:00	21	14:00	22	14:00
22	14:00	23	14:00	24	14:00

Twente : horaires d'une zone à faible densité (faible fréquence aux heures creuses compensée par une ponctualité exemplaire – pourcentage important en site propre)

---

Conclusion générale pour la section relative à la gestion de la qualité :

- La régularité semble représenter l'indicateur le plus important pour le contrôle d'un système BHNS.
- Un niveau de régularité élevé permet au BHNS d'offrir une capacité importante et de proposer des services à fréquence réduite (lorsqu'une telle mesure est appropriée) mais fiables.
- Une analyse comparative des résultats constatés sur les systèmes BHNS en matière de régularité, associée à une recherche de méthodes complémentaires pour la mesure de la régularité/ponctualité est nécessaire.
- L'amplitude horaire est un facteur important pour parvenir à un haut niveau de service.

### 3.5.3 Bénéfices constatés

#### 1- Augmentation de la fréquentation :

La variation observée est importante : de 15 à 150 % (voir figure 11, section 3.3.1 B). De plus, nous avons remarqué les éléments suivants :

- L'augmentation globale est souvent obtenue au bout de plusieurs années ; 3 ou 4 ans semblent nécessaires à l'évolution des comportements.
- Le cas de Jokerilinja, la ligne périphérique en service à Helsinki, démontre une augmentation impressionnante du marché sur une période de 5 ans.
- À l'inverse, la ligne mise en œuvre à Hambourg était déjà très fréquentée avant son amélioration, fondée sur une meilleure identification.

L'augmentation de la fréquentation semble bien plus liée au contexte et au niveau de capacité existant avant la mise en œuvre du projet qu'au pourcentage de voies réservées.

#### 2- Transfert modal depuis la voiture et d'autres modes

Le tableau 19 ci-dessous présente des données recueillies à l'issue de 2 à 5 années d'exploitation. Les résultats sont évidemment fortement liés au contexte local, mais démontrent malgré tout la capacité des BHNS à induire un taux de transfert modal élevé depuis la voiture : de 5 à 30 %.

Deux cas ont abouti à des résultats inhabituels et surprenants :

- À Twente, le transfert modal depuis le vélo est très significatif : 24 %. Un tel résultat n'est pas considéré comme un échec : il reflète majoritairement des trajets longs qui sont éprouvants pour les cyclistes. Grâce à une offre de TC efficace, le mode vélo se tourne vers le marché complémentaire des courtes distances. De plus, lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises, les cyclistes empruntent les transports en commun ou voyagent en voiture (environ 20 jours dans l'année aux Pays-Bas).
- À Stockholm, on constate un transfert modal important depuis le métro : 60 %. Cela signifie que ce système est considéré comme très efficace. Dans ce cas inhabituel, le BHNS allège le trafic pris en charge par le réseau de métro, qui est dense et souvent congestionné dans la zone centrale où ses lignes se croisent. Les lignes BHNS transportent un grand nombre de voyageurs sur le court itinéraire de distribution qu'ils empruntent au centre-ville, un trajet qui auparavant aurait été réalisé via une correspondance vers une autre ligne de métro dans sa section la plus fréquentée.

Tableau 19	Report modal de la voiture particulière	Report modal du vélo	Report modal d'autres modes
Busway (Nantes)	30%		
Fastrack (Kent Thameside)	19%		
Malahide corridor (Dublin)	17%		
Line 11 and 12 (Utrecht)	15%		
Bus VAO corridor, all lines (Madrid)	15%		
The Jokerilinja 550 (Helsinki)	12%		
TVM (Paris)	8,5%		
3 lines "Citybussarna" (Jönköping)	6%	5%	13% nouveaux voyages 1% du transport spécialisé
Line 2 and 3 (Twente)	6%	24%	
Trunk network (Stockholm)	5%		60% du métro

L'impact sur la mobilité des personnes handicapées semble demeurer minime, avec un transfert modal très faible depuis les services dédiés (le cas échéant) vers le BHNS. Il convient également de noter que cet aspect est difficile à quantifier. En Allemagne (même à bord des bus bi-articulés), aux Pays-Bas et en Suède, les véhicules font toujours appel à des rampes manuelles : les conducteurs doivent aider les usagers de fauteuil roulant à embarquer/débarquer. Selon l'exploitant du réseau de Hambourg, l'impact sur la régularité demeure imperceptible, et ce pour deux raisons : (a) une rampe manuelle ne tombe pas en panne ; et (b) à l'heure actuelle, on enregistre en moyenne une seule demande d'usager de fauteuil roulant par conducteur et par jour sur l'ensemble du parc de bus. Un investissement plus lourd dans des rampes électriques n'est donc pas justifié à l'heure actuelle.

### 3- Coûts d'exploitation et consommation énergétique

Malheureusement, nous avons obtenu trop peu de données dans ce domaine. Très souvent, il est impossible de réaliser des calculs comparatifs lorsque le nouveau projet n'est pas exactement superposable avec une ancienne ligne de bus, lorsqu'il est mis en service petit à petit sur une période de plusieurs années (cas de Hambourg), ou lorsque le suivi de la consommation de carburant est réalisé à l'échelle du parc de véhicules tout entier et non pour chaque ligne (cas du Busway de Nantes, bus alimentés au CNG). Cependant, les projets de BHNS peuvent avoir un impact positif dans ce domaine grâce à une meilleure infrastructure, des arrêts réduits aux carrefours et une vitesse optimisée par l'adoption d'une distance interstation plus importante.

Les résultats suivants ont été observés :

- TVM (Paris) : économie de 6 % sur la consommation de carburant de l'ensemble des bus suite à l'ouverture de la section Ouest (7 km sur une longueur totale de 20 km).
- Twente : meilleur taux de couverture des coûts d'exploitation (47 % d'augmentation), réduction des coûts d'exploitation (de 5 % en moyenne grâce à une augmentation de la vitesse).
- Projets néerlandais (Zuidtangent et Twente) : tout au long de l'itinéraire, le choix d'une chaussée en béton a été préféré afin d'offrir un contraste visuel important et de réduire ses coûts d'entretien (surcoût d'investissement d'environ 20 %).

### 4- Sécurité / sûreté

Peu de sites ont fourni des données relatives à la sécurité pour les projets de BHNS, et leurs unités sont souvent incompatibles (nombre d'accidents pour 100 000 km, par an, par mois, etc.). En outre, il est probable que les notions d'accident ou d'événement ne répondent pas aux mêmes définitions. Ces données sont souvent suivies sur l'ensemble du parc plutôt que sur une ligne donnée, ce qui ne permet pas d'isoler l'influence exercée par la nouvelle infrastructure.

Tableau 20	Accidents/ événements pour 100 000 km	Commentaires
Barcelona	14,1	Forte densité urbaine
TVM (Paris)	6 / 7	Même niveau qu'une ligne de bus classique
Lisbon	4,8	
Nantes	2,14	Même niveau que les tramway: 2,44 en moyenne en France
Prague	2,1	
Brescia	1,9	

En règle générale, le niveau de sécurité demeure très bon par rapport aux autres modes. Le tableau 20 compare différentes données collectées en matière de sécurité.

Nous n'avons pas été en mesure de recueillir suffisamment d'informations permettant d'identifier les éventuels effets négatifs d'une nouvelle répartition de l'espace public sur la base de comparaisons des données antérieures et ultérieures à la mise en œuvre.

À Nantes, on constate un grand nombre de chutes à bord des bus du Busway (3,39 pour 100 000 km, soit trois fois plus qu'à bord des trams). Ce chiffre dépasse également celui des bus classiques, les accidents survenant à une vitesse supérieure sur la ligne BHNS. Les statistiques pour 2009 sont également meilleures qu'en 2008 (-20 %), une réduction de la vitesse ayant été mise en application à l'approche des carrefours.

Manchester a vu son taux d'accidents baisser radicalement suite aux améliorations apportées au réseau de bus : 19 % sur la ligne 192 (corridor A6) pour l'ensemble des modes ; la sécurité des piétons et des cyclistes comptait également parmi les objectifs du projet.

Quoi qu'il en soit, le taux d'accidents mortels ou de blessures graves dans les TC demeure très faible.

Les systèmes BHNS sont conçus pour constituer des lignes structurantes. Ils tendent à circuler à des vitesses supérieures aux lignes classiques. En conséquence, on peut s'attendre à un accroissement des accidents avec un impact étendu sur la productivité de l'ensemble du réseau de TC (en raison des facteurs d'intermodalité). Sans mise en œuvre de qualité, le risque de dégradation de la sécurité routière aux environs des projets BHNS est réel.

*La signalisation ne peut pas compenser un aménagement de mauvaise qualité.*

Par conséquent, nous suggérons de généraliser la collecte des données relatives aux accidents par ligne afin d'être en mesure de mieux identifier le type de priorité de passage le plus sûr, et de veiller au suivi de ces enjeux complexes avec beaucoup plus de précision pour les systèmes BHNS. Nous avons remarqué que les projets ferrés urbains, qui connaissent une problématique similaire, ont fait l'objet d'une nouvelle action COST (TU1103, approuvée récemment) relative à la sécurité des tramway dans un contexte d'espace public.

Alors que la technique de conduite des conducteurs de bus constitue toujours un moyen pertinent d'améliorer la sécurité, un aménagement de qualité demeure indispensable.

## 5- Bénéfices pour l'environnement

Nous n'avons pas été en mesure d'obtenir de résultats documentés à ce sujet, car il semble que les études de bilan (avant/après) n'étaient pas exigées lors de la mise en œuvre des projets concernés.



---

### 3.5.4 Choix observés en matière d'identification

Au cours de l'évolution des systèmes BHNS, un grand nombre de collectivités a cherché à doter les BHNS d'une identité propre les différenciant des réseaux de bus traditionnels. Le recours aux stratégies d'identification représente une tentative de promotion du concept auprès de l'ensemble des parties prenantes. L'objectif principal est la création d'une image représentative d'un service moderne, confortable, d'utilisation facile et accessible afin d'attirer de nouveaux clients. Comme c'est le cas pour les autres aspects des BHNS, il convient de remarquer qu'il n'existe pas de solution unique « miracle ». Plusieurs stratégies ont été observées à l'occasion de cette étude européenne sur l'état de l'art.

Les exemples les plus réussis relatifs aux « systèmes » à fort budget impliquent des investissements conséquents dans un parc dédié de véhicules porteurs d'une marque distinctive, soutenus par des améliorations de l'infrastructure menées selon une approche multimodale du réseau :

- À Nantes, la ligne de BHNS, baptisée Busway, a été conçue comme la quatrième ligne constitutive du réseau principal, aux côtés des 3 lignes de tram. Les bus articulés de la ligne sont dotés d'un design et de couleurs spécifiques qui les distinguent des autres bus de la ville. Le projet dispose également de ses stations dédiées.
- À Rouen, les bus de la ligne TEOR, qui bénéficient d'un système de guidage, adoptent des couleurs spécifiques : le bleu pour les bus et le rouge pour les voies réservées. Les stations, dédiées, arborent le logo TEOR.
- Paris a recours un design commun à toutes stations des lignes « T » (tramway et TVM). Une approche similaire est adoptée à Rouen (T1, T2, T3).
- À Helsinki, la ligne Jokeri fait appel à des bus porteurs de la marque du système (nouveau parc spécifique arborant le nom de Jokerilinja), à des arrêts dédiés porteurs de la même couleur bleue et à une solide campagne marketing.
- À Stockholm, le réseau principal « Trunk Network » rassemble quatre lignes selon une numérotation claire : 1, 2, 3 et 4. La couleur bleue des véhicules se démarque du rouge utilisé pour les bus traditionnels. Des slogans tels que « Think Tram. Use Bus. » (Pensez tram, prenez le bus) ont été utilisés afin de rappeler aux usagers qu'un système de BHNS peut offrir un service aux performances similaires à celles du tram.

Ailleurs, des stratégies différentes ont permis une intégration réussie de systèmes de BHNS au sein du réseau de transports en commun (dans certains cas sans recours à un parc dédié pour des raisons de coûts) :

- À Hambourg, les lignes structurantes fondées sur le mode bus sont baptisées « Metrobus » et s'accompagnent d'un petit logo. Aucun design spécifique au BHNS n'est attribué aux stations et aux voies réservées afin de permettre une éventuelle reconversion en ligne de tram à moyen terme. La stratégie d'identification appliquée au BHNS s'appuie sur une fréquence importante, l'amplitude horaire, les informations dynamiques et la fiabilité du service.
- Dans la ville modeste de Jönköping, l'autorité organisatrice a conçu avec succès un réseau de bus structuré en 3 lignes qui s'appuie sur une stratégie d'identification et de nouveaux véhicules identiques au parc existant, déclinés en 3 coloris.
- À Lorient, le parc de bus des itinéraires principaux ne porte pas d'identification spécifique pour des raisons de coûts.
- Dans les aires urbaines modestes de Twente et d'Almere, l'approche du BHNS adoptée repose également sur des véhicules identiques aux bus existants, les raisons étant financières dans les deux cas.

*La présence d'un parc spécifique a une incidence sur les coûts d'exploitation.*

Le BHNS pâtit d'une identité moins marquée que celle du tram, dont les voies indiquent clairement la présence de services. L'introduction de chaussées colorées dans certaines zones

---

s'est avérée payante pour contrer ce problème ; une approche qui peut malgré tout se heurter à une résistance importante. Dans certaines zones, seule une portion de l'itinéraire est concernée par les initiatives de mise en valeur de la marque telles les chaussées colorées. Lorsque les services fonctionnent en circulation mixte, ils ne bénéficient pas d'une identification. Certains exemples sont représentatifs d'une implantation réussie de voies réservées mises en évidence par un contraste important : sur les lignes TVR-CAS (Castellón), TEOR, TVM, et sur la quasi-totalité des sites du Royaume-Uni, le marquage des voies réservées à l'aide de la couleur rouge est une réussite.

Lorient a adopté une approche unique : aucune stratégie d'identification n'a été adoptée pour les bus (le réseau n'est pas hiérarchisé), mais les couloirs de BHNS adoptent une couleur rouge contrastée, qu'il s'agisse d'une voie réservée ou mixte, jusqu'au terminus. Aucun effet négatif n'a été constaté, bien que cette mesure puisse entraîner une certaine confusion parmi les automobilistes, qui risquent de suivre le bus sur la voie réservée.

À Twente, des améliorations d'infrastructure intégrant des voies en gazon artificiel ont été mises en œuvre ; elles se limitent cependant à une toute petite portion dédiée de l'itinéraire. Cette initiative apparente l'itinéraire de BHNS à une ligne de tram.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces observations :

- Une identification forte (stratégie d'identification) de l'ensemble des composants est nécessaire afin d'associer la ligne à une qualité de service élevée.
- Toute initiative d'identification de BHNS doit tenir compte du développement à long terme du réseau de transports en commun dans son ensemble.
- La planification du système de BHNS doit prendre en considération la hiérarchisation prévue pour le réseau de bus.
- Les initiatives d'identification peuvent demeurer modestes lorsque le réseau de TC n'est pas destiné à devenir complexe, notamment dans les petites agglomérations. Elles peuvent par exemple se résumer à une numérotation particulière des lignes.
- Le rôle de la stratégie d'identification et de l'identification nécessite des recherches supplémentaires car il est essentiel à la mise en œuvre réussie d'une solution de BHNS. Le contraste visuel est un aspect important dont l'influence est également primordiale pour la sécurité.

### 3.5.5 Comparaison des différentes approches « système »

De l'analyse comparative, a été lancée une classification de l'ensemble des cas de BHNS en 3 niveaux, comme l'illustre le graphique ci-dessous. Elle est fondée sur une approche ascendante à la fois pragmatique et subjective, mais également limitée par l'étendue des données recueillies. Certains sites ont été considérés comme appartenant à deux catégories. Nous sommes confrontés en effet à un spectre continue de solutions.

Dans certains cas, l'étendue des informations obtenues est restée limitée. Certaines solutions ont ainsi été retirées de cette analyse en raison d'un nombre de données disponibles insuffisant.

L'objectif principal demeure la mise en évidence de corrélations potentielles entre le contexte et la solution technique.

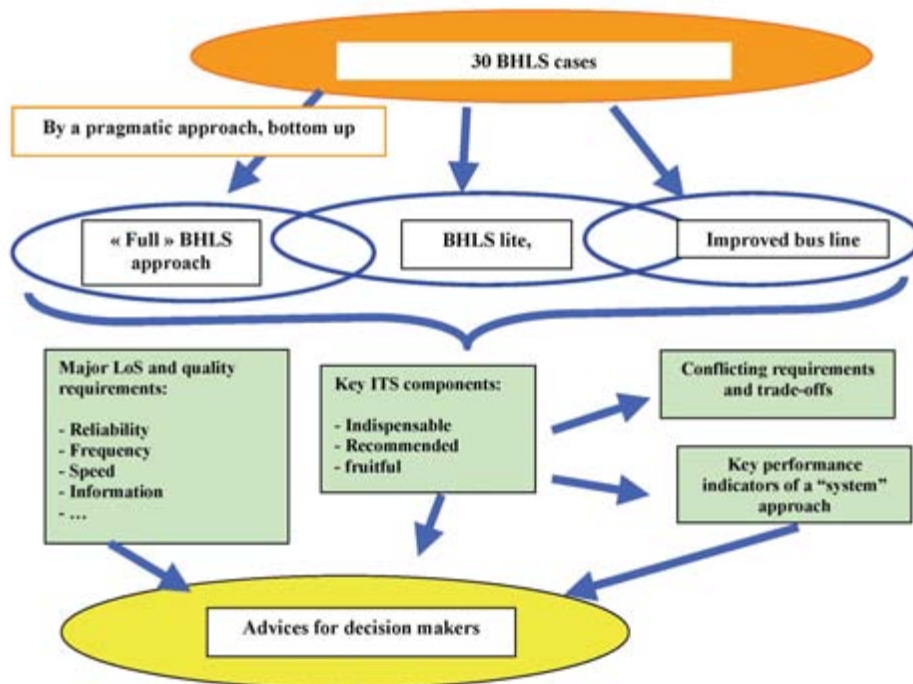


Figure 29 : comparaison des solutions de BHNS selon une approche ascendante

Cette comparaison n'a pas pour intention d'imposer un point de vue rigide ou de créer une labellisation officielle, car les contraintes venant influencer chaque solution sont extrêmement variables d'une ville à une autre. Nous avons pour seul objectif l'étude d'une des tendances les plus récentes : la « hiérarchisation » des lignes selon leur fonction au sein du réseau. Cette tendance à la constitution d'un réseau s'appuyant sur plusieurs configurations de bus a fait son apparition en Europe, par exemple avec l'association Busway / Chronobus à Nantes, le programme Cristallis / Atobus de Lyon, ou encore le Retbus de Barcelone. Le point commun de ces initiatives est leur méthode consistant à repenser en profondeur le réseau de bus en se fondant sur une hiérarchisation des lignes.

En effet, toutes les situations n'exigent pas la mise en place d'un projet de BHNS complet. Pour résumer simplement cette analyse, soulignons qu'elle poursuit un but *descriptif* plutôt que *prescriptif*.

### 1- Projets pouvant être considérés comme des BHNS « complets »

Les sites suivants apparaissent avoir suivi une approche « système » solide, permanente, globale et cohérente aboutissant à une capacité et à des performances élevées.

Le tableau 21 ci-dessous fournit des éléments sur les sites pour lesquels on peut considérer qu'une approche de BHNS « complet » a été adoptée au niveau de l'aménagement urbain et de l'infrastructure. Le tableau 22 met quant à lui en évidence certaines données relatives aux STI, aux enjeux liés à l'exploitation et aux performances sur site.

	Paris	Nantes	Amsterdam	Almere	Kent	Jonkoping
Tableau 21	TVM	Line 4 (Busway)	Zuidtangent	10 lines (trunk network)	Fastrack A and B	3 trunk lines - "Citybussarna"
Opening dates	1993 / June 2007	Nov 2006	2002 / 2007 (2 lines)	1975	March 2006 / June 2007	1996
Role in the network	tangential line	as the 4th tram line	tangential line	structuring network	structuring network	structuring network

Intermodal integration	strong (with RER)	strong (P+R)	strong (P+R, P+B)	strong (P+R, P+B)	strong	strong (P+B only)
% of RoW	95%	87%	66%	99%	56%	7,7%
position of RoW	mainly central	mainly central	exclusive lanes	exclusive lanes	protected	protected
spacing average (m)	700	500	1900	> 600	450	410 - 440
Cost (infra only)	7,1 M€/ km	7,4 M€/ km	6,5 M€/ km	Inside city construction	2 M€/km (PPP)	0,26 M€/km

	Paris	Nantes	Amsterdam	Almere	Kent	Jonkoping
Tableau 22	TVM	Line 4 (Busway)	Zuidtangent	10 lines (trunk network)	Fastrack A and B	3 trunk lines - "Citybussarna"
type of bus	specific articulated	specific articulated	identified articulated	Standard, articulated	Identified standard SD	identified articulated
dynamic passenger information	stops and on board	stops and on board	yes	on progress	stops and on board (plug and wifi on board)	stops and in board
Priority at crossroads	yes	all	yes	all	yes	all
trips/day	66 000	27 500	32 000 (line 1)	16 000 (line1)	45 000 a week (B)	18 000 (for 3 lines)
commercial speed	21 / 23 km/h	21 / 23 km/h	> 35 km/h	24 - 25 km/h	18.3 km/h	21 - 23 km/h
frequency	3,5 – 15 min	3,5 – 20 min	6 – 10 min	7 – 30 min	10 – 15 min	10 – 30 min
ridership before / after	287% since 1993	+ 60%	+ 100% in 2005	New network	+60% than expected	+ 15 / 20%
Branding	strong (by TVM)	strong	strong	not for buses	strong	not for buses

Sur l'ensemble de ces sites, nous avons pu observer les tendances communes suivantes propices à la constitution d'une approche système solide et permanente d'un projet de BHNS :

- Le BHNS fait partie intégrante du réseau structurant implanté (au même titre qu'une ligne de tram ou de métro), tout en mettant l'accent sur l'intermodalité. On observe également une amplitude horaire importante, qui s'approche des celle des modes les plus élevés dans la hiérarchie du réseau (train régional, métro, tram).
- On constate l'adoption d'un design cohérent et équilibré sur l'ensemble de l'itinéraire reliant les terminaux.
- Plutôt que des arrêts de bus, ce sont des « stations » qui sont implantées : elles se destinent à être permanentes et ne peuvent pas être déplacées facilement. Elles s'imposent à l'urbanisme.
- Des mesures de priorité significatives ont été introduites afin de favoriser les performances des services à haute fréquence : priorité à tous les carrefours et voies réservées, dans la plupart des cas en implantation centrale et/ou bénéficiant d'une protection efficace (les implantations latérales sont souvent moins efficaces).
- Adoption d'un concept garantissant une haute régularité et compatible avec des capacités importantes. L'utilisation des couloirs est souvent partagée entre plusieurs lignes, p. ex. à Paris et sur la ligne Kent Fastrack.
- Le nombre d'arrêts est limité afin de réduire les temps de parcours et les coûts d'exploitation.
- Des efforts ont été déployés pour réduire autant que possible la vente de titres de transport à bord par le conducteur afin de limiter la durée des arrêts. Seul le Busway de Nantes a opté pour un système de billettique exclusivement hors véhicule : le poste de conduite est clos à l'image d'un tramway moderne.
- Un système de SAEIV assure un suivi et un contrôle continu permettant de maintenir la régularité et la fréquence du service.
- Le niveau d'informations fournies aux voyageurs à bord et à chaque arrêt est élevé (système bientôt mis en œuvre à Almere).

- 
- L'itinéraire bénéficie d'une stratégie d'identification forte, qui mène souvent à l'adoption d'un parc dédié (distinct des autres bus du réseau).

Parmi ces projets, les plus onéreux sont généralement ceux qui intègrent une importante proportion de voies réservées. Le cas de Jönköping constitue cependant un exemple intéressant : dans cette aire urbaine de taille modeste, une proportion de 10 % de voies réservées a suffi pour atteindre un haut niveau de qualité. Un tel résultat a pu être obtenu grâce un faible nombre de problèmes de circulation et à la mise en œuvre de mesures de priorité aux bus efficaces à tous les carrefours. Dans certains cas, les BHNS ont été conçus en prévoyant une éventuelle conversion future vers le tram (Nantes, Twente, Zuidtangent).

Les sites de la ligne TEOR de Rouen et de la ligne 1 du projet TVRCAS de Castellón (dont la première phase de mise en service très réduite repose sur 3 trolleybus uniquement) ont été conçus à la manière d'un système de tram. Les véhicules font appel à un dispositif de guidage optique qui offre des lacunes très faibles et régulières : un système efficace lorsque la fréquentation est importante.

À Cambridge, le projet de bus à guidage par la bordure (mis en service en août 2011 suite à quelques retards) peut également être considéré comme une approche très complète d'un BHNS. Une importance particulière a été accordée à l'intégration du projet dans l'aménagement urbain et à son intermodalité (liaison avec la gare ferroviaire, vélostation à chaque arrêt, caméras de vidéosurveillance et quelques parcs relais). L'introduction de voies réservées aux bus fournira sans aucun doute de nombreux avantages en matière de performance et de qualité.

La très impressionnante ligne Bus VAO de Madrid (voie réservée alternativement aux bus et au covoiturage en position centrale sur une portion de 16 km de l'A-6) demeure un cas unique en Europe. Bien que ses lignes ne fassent pas l'objet d'une stratégie d'identification et que les informations dynamiques ne soient pas encore disponibles partout, ce projet peut être considéré comme un BHNS complet pour les raisons suivantes :

- Présence d'une voie réservée très efficace de type A (avec dénivelé) sur l'autoroute, qui a permis d'obtenir une régularité importante et une amélioration notable de la vitesse.
- Liaison solide et étroite avec la ligne de métro périphérique de Madrid (station Moncloa), qui offre un haut niveau d'intermodalité avec le réseau structurant de la région tout entière.

Cette approche a permis d'atteindre un transfert modal important depuis la voiture et une augmentation significative de la fréquentation (+50 %). Cependant, il manque encore un système d'information en temps réel pour améliorer le service au niveau des arrêts comme à bord (en cours). Le partage des voies avec d'autres véhicules dont la circulation n'est pas contrôlée (motos, covoiturage, taxis) peut parfois présenter des inconvénients. Malgré tout, cette mixité semble bien fonctionner à Madrid.

## **2- Projets pouvant être considérés comme des BHNS modestes ou « lite »**

Les sites qui suivent présentent des caractéristiques de BHNS classiques sans pour autant s'accompagner des investissements engagés pour des projets de BHNS complets (décrits plus haut). Ceci peut être attribuable à un certain nombre de facteurs, notamment des objectifs de capacité inférieurs, une absence de hiérarchie sur le réseau de bus, une protection de l'infrastructure plus limitée en raison de contraintes locales ou de coûts, une absence de STI, etc. Ci-dessous sont listés certains détails des données relatives à l'aménagement urbain et aux infrastructures de 8 sites de « BHNS lite » :

Tous ces sites présentent des tendances communes :

- Ils ont tous adopté une approche « système » cohérente sur l'ensemble de l'itinéraire concerné, qui s'inscrit également dans le réseau structurant (à l'exception de Lorient, où l'on observe une amélioration intéressante de l'infrastructure le long d'un corridor ; le réseau de

bus demeure inchangé et n'est pas hiérarchisé afin de conserver un nombre correspondances très faible).

- Les améliorations apportées à l'infrastructure demeurent limitées (implantation latérale, souvent moins efficace qu'une position centrale) pour des raisons de coûts, de paramètres contraignants ou de flexibilité (notamment à Hambourg, où l'objectif à moyen terme est de transformer le système en ligne de tram). On peut ainsi observer des variations dans les temps de parcours.
- En ce qui concerne la billettique, les titres de transports peuvent être achetés auprès des conducteurs comme dans une ligne de bus classique. Malgré tout, l'impact de cette solution sur le service reste limité en raison d'une capacité plus restreinte ou d'un taux important d'abonnements.
- Des dispositifs d'information dynamique des voyageurs sont mis en place dans la majorité des arrêts.
- Une importance moindre est accordée aux stratégies d'identification dédiées appliquées aux véhicules, à l'exception de Stockholm et d'Helsinki, où des parcs dédiés arborant une couleur spécifique ont été adoptés.
- La stratégie d'identification appliquée à l'infrastructure est souvent limitée.
- Dans les aires urbaines les plus importantes, il peut s'agir d'une première phase en vue de l'implantation d'un réseau de BHNS plus solide (Hambourg, Dublin, Stockholm).

Tableau 23	Lorient	Dublin	Hambourg	Brescia	Stockholm	Lund	Helsinki	Zurich
	The Triskel	Malahide line	Line 5 Metrobus	LAM 1 and 2	Trunk network of 4 lines	The "Lund link"	The Jokery line	Bus line 31
Opening dates	sept 2007 / 2012	since 1997	2003 / 2007	2006	1998	2003 (first phase)	2003 / 2006	2007
Role in the network	trunk corridor	A wide QBC network	Structuring bus network	structuring network	structuring bus network	structuring network	structuring bus network	structuring bus network
Intermodal integration	strong	strong	strong	strong	strong	P+B at every stops	strong	strong
% of RoW	85%	59%	27%	13%	30%	Around 40%	35%	25%
position of RoW	mainly central	lateral	mainly central	central, lateral	central, lateral	exclusive	central, lateral	central, lateral
spacing average (m)	270	250	510	270 - 180	200		750	414
Cost (infra only)	6,7 M€/ km	4,5 M€/ km	0,14 M€/ km		0,7 M€/km	3,3 M€/ km		NA

Quoi qu'il en soit, on observe des retombées bénéfiques en matière de fréquentation.

Doté d'une nouvelle voie centrale réservée aux tramways et aux bus très efficace, mise en œuvre sur une longueur de 6 km (infrastructure de type A) et offrant une fréquence importante (1 à 2 min) et une vitesse élevée (34 km/h), le site d'Oberhausen peut être considéré comme un exemple solide de BHNS lite. Le projet, qui a permis une amélioration significative de la fréquentation du réseau dans son ensemble (+46 %), demeure malgré tout limité au niveau de sa section principale partagée.

La qualité et l'attractivité du réseau de transports en commun de Zurich sont impressionnantes (590 déplacements annuels par habitant, soit l'un des niveaux les plus élevés d'Europe). Les lignes de bus viennent compléter un réseau de tram efficace mais bondé ; la gestion des priorités exige ainsi de perpétuels compromis. L'approche adoptée se révèle cohérente sur l'ensemble de l'itinéraire.

Tous ces sites ont opté pour l'intégration d'une intermodalité forte avec les niveaux supérieurs de la hiérarchie des transports (réseau ferré). L'intermodalité avec le vélo (parfois à tous les arrêts) est très présente dans les pays où ce mode est une tradition de longue date : la Suède (principalement Lund et Jönköping) et les Pays-Bas (tous les sites visités). Les nouveaux projets du Kent (Fastrack) et de Cambridge (Guided Busway) font preuve d'une

intermodalité comparable, chaque arrêt proposant des racks à vélos (le vélo est une tradition bien établie à Cambridge).

### 3- Projets pouvant être considérés comme des lignes de bus améliorées

Certains projets tels que la ligne Junqueira de Lisbonne, la ligne 213 de Prague, l'itinéraire 64 de Barcelona, la liaison Amsterdam-Purmerend et le QBC de Manchester, ont été majoritairement considérés comme des lignes de bus améliorées pour les raisons suivantes :

- Une mise en œuvre partielle,
- Une conception dépourvue d'élément identificateur au sein du réseau de bus : absence de hiérarchisation.

### 4- Conclusion

Les objectifs essentiels à la réalisation d'un projet de BHNS complet se résument comme suit :

- Appartenance au réseau structurant (amplitude horaire importante),
- Intégration d'une intermodalité forte (train, tramway, vélo, voiture...),
- Mise en œuvre de stations plutôt que de simples arrêts de bus, facilement déplaçables,
- Infrastructure dédiée, implantée principalement en position centrale, de type B (ou A si nécessaire),
- Distance interstation importante (pour permettre un temps de parcours attractif),
- Fiabilité élevée (c. à d. un niveau d'environ 95 % de voyageurs dont le bus est à l'heure),
- Absence de vente de titres de transport par le conducteur, système de billettique principalement hors véhicule,
- Intégration de dispositifs d'information dynamique à tous les arrêts (solution de STI complète),
- Faculté à offrir une capacité en voyageurs importante,
- Marque/image spécifique au système dans son ensemble (sans nécessairement l'associer à un parc dédié).

#### 3.5.6 Composants essentiels de la sphère exploitation

	Composants WG3	Pour un BHNS complet	Inter-action entre les composants	commentaires	
STI	1	Système d'exploitation (SAE)	****	Tout composant ITS	Cœur du management, avec l'objectif de gérer tout le réseau bus
	2	Information dynamique à bord	****	1	Autres informations sur la ville peuvent être données
	3	Information dynamique à tous les arrêts	****	1, 10	Permet l'information sur les perturbations
	4	Information statique aux arrêts	****	1, 10	Indispensable pour toutes les lignes TC, et bus classique
	5	Information sur le web	****	1	Pour l'intermodalité
	6	Automates billettiques aux stations	***	1	Intéressant pour la grande capacité
	6 b	Pas de vente ticket par le conducteur	****	7	Si non, peut dégrader la priorité et la régularité
	7	Priorité aux carrefours, ou contrôle d'accès	****	1, 6bis, 8, 10	Important pour la régularité

	8	Outils de comptage passagers	**	1	pour le bus "laboratoire"
	9	Outils de contrôle sécurité (CCTV)	***	1	Important pour le respect des sites propres
	10	Outils personnel (mobile / Iphone..)	**	1, 3, 6	Marché émergeant, permet l'usage des réseaux sociaux (facebook, twitter)
	11	Système de guidage	**	1, 5	Infrastructure spécifique (ex : hauteur de quai)
Stratégies d'identification	12	Nom / N° ligne / logo	****	17	Diffère du service "normal"
	13	A bord (couleur, conception spécifique, ...)	***	17	Surcoût exploitation – intérêt pour des réseaux complexes (grandes villes)
	14	Conception des arrêts	****	17	Stratégie pour toute la ligne
	15	Sur l'infrastructure (par contraste,..)	**	17	Limité au site propre – important pour le respect des sites et la sécurité
	16	Publicité / campagne de promotion	****	17	Lié à la qualité produite
organisation du service	17	Service hiérarchisé	***	1	Tend à augmenter les transferts et le temps de marche
	18	Park and Ride (P+R)	***	1, 9, 3, 10	
	19	Bike and Ride (P+B)	***	1, 9, 3, 10	Demande croissante
	20	Services express (souvent limités)	**	1	Rarement utilisé en Europe – besoin de voie de dépassement

Tableau 24 : Composants essentiels pour l'exploitation – par le GT3

La méthode décrite précédemment a permis au groupe d'identifier les composants d'exploitation essentiels d'une « approche système ». Ceux-ci se regroupent en trois catégories principales : STI, stratégies d'identification, organisation du service.

L'ensemble des BHNS décrits a fait l'objet d'une évaluation qualitative afin de mesurer l'influence de certains critères sur la réalisation d'un BHNS complet. L'échelle d'évaluation, fondée sur des étoiles, est la suivante :

Indispensable	****
Important ou souvent indispensable	***
utile	**
Peut être utile	*

L'utilisation d'un système SAEIV semble indispensable à tout projet de BHNS afin d'assurer la gestion du réseau de bus dans son ensemble. Toutes les exceptions citées dans la section 3.5.1 relative aux STI (Dublin, Manchester, Bus VAO de Madrid) ont d'ores et déjà intégré un système de SAEIV à la suite de la mise en œuvre de leur projet BHNS, ou ont l'intention de le faire. Ces projets prévoient également l'intégration de systèmes d'information dynamique à la plupart des arrêts, ainsi qu'aux véhicules.

La présence d'informations dynamiques à tous les arrêts (temps d'attente pour les deux prochains véhicules, destination, informations relatives aux perturbations) constitue l'un des aspects les plus importants du point de vue des voyageurs. L'accès à un niveau élevé d'information pour tous les voyageurs et où qu'ils soient s'avèrerait particulièrement utile.



La justification de l'installation de systèmes d'information dynamique à tous les arrêts, même lorsque certains sont peu fréquentés, constitue souvent un enjeu essentiel. En effet, les coûts d'immobilisation, d'exploitation et d'entretien associés peuvent être très importants. Le développement du marché des terminaux mobiles, associés aux flashcodes, pourrait permettre, dans les années à venir, de diffuser l'information directement aux voyageurs et de réduire le besoin en dispositifs d'affichage onéreux.

### 3.5.7 Principaux indicateurs clés de performance pour le contrôle d'un BHNS

Dans le domaine des TC, l'établissement d'indicateurs de performance constitue toujours un objectif stratégique pour les parties prenantes (principalement les usagers des TC, les collectivités, les exploitants, les autres usagers de la route et l'industrie). Le projet EBSF<sup>58</sup> s'est penché sur cet enjeu au sein d'un lot de travaux très vaste<sup>59</sup> ; il a identifié une gamme étendue d'indicateurs jugés comme nécessaires, ou susceptibles d'être utiles à tout type de solution fondée sur le bus.

Indicateurs clés (KPIs) proposés pour exploiter un BHNS		
Qualité	Régularité / ponctualité	Norme CEN EN 13816
		Ecart type sur la journée / mois
		À l'heure de pointe : écart type
	confort	Charge à l'heure de pointe
		Charge sur la journée (écart type)
		Qualité de conduite (par enquête)
	Information	Fiabilité / disponibilité
Sécurité / sûreté	Ratio par 100 000 km	
Requêtes	Par ratio et type de plainte	
Performance	Disponibilité	Service fourni / service attendu
	Vitesse commerciale	Ecart type
	Capacité	Passagers / véhicule-km
		Passagers / heure / direction
	Sites propres	Niveau du respect
Priorité aux carrefours	Ratio efficacité – temps de franchissement,...	
Coûts	Coût d'exploitation	Par km (maintenance, énergie,...)
	Fraude	Par ratio
Identification	identification	Par enquête (au niveau du client)
	Image	Par enquête (au niveau de la ville)

Table 27: Liste d'indicateurs clés proposés pour un suivi d'un BHNS – par le GT3

Le tableau 27 ci-dessus met en évidence les indicateurs clés perçus comme les plus utiles au suivi des performances d'un BHNS en considérant le haut niveau de qualité attendu par l'exploitant comme par l'usager.

Afin de se conformer aux conditions locales spécifiques d'un site, il est possible d'ajouter d'autres indicateurs. Cependant, un conseil d'administration siégeant au sommet de la hiérarchie ne peut souvent pas assurer le suivi de plus de 5 à 8 indicateurs ; il convient donc de fixer des priorités en fonction de la situation locale et des objectifs les plus exigeants.

*L'indicateur essentiel demeure la régularité/ponctualité.*

<sup>58</sup> European Bus System of the Future, projet de recherche européen 2008/2012 – www.ebsf.eu.

<sup>59</sup> La référence de document produit 1.1.2, intitulée « Key performance indicators » est désormais disponible auprès de l'UITP.

### 3.5.8 Exigences conflictuelles et compromis observés

Le projet EBSF, qui aborde cette question dans le document produit « D 1.3.1, OVERALL SYSTEM REQUIREMENTS », identifie 16 types généraux de conflits potentiels à l'échelle du système. Ceux-ci sont tous liés aux exigences fonctionnelles essentielles auxquelles tout type de solution fondée sur le bus doit répondre. Lors de la mise en pratique d'une solution qui en est encore au stade de concept, le choix de compromis permettant de surmonter les contradictions émergeant du projet constitue un défi qu'il est toujours difficile de relever.

Lors de la conception de tout service de TC, il est admis qu'un certain nombre d'exigences essentielles (et impérieuses) peuvent entrer en conflit les unes avec les autres. Il est important que les compromis inévitables qu'il convient de dégager permettent une identification claire des objectifs ; la réussite de la mise en œuvre en dépend. Il est donc essentiel que tous les enjeux soient déterminés clairement afin d'accompagner les choix des décideurs pris sur la base des expériences des projets réalisés auparavant.

En général, une analyse des compromis doit alors être réalisée afin de parvenir à l'équilibre optimal entre le rapport coûts-bénéfices et les solutions envisageables pour régler le conflit.

Toutes les descriptions des BHNS incluaient des solutions ou des compromis permettant de répondre aux exigences conflictuelles ou contradictoires.

	Exigences contradictoires ou conflictuelles		Exemples	
	A	B	vers A	vers B
Réseau – conception de ligne	Hierarchisation des lignes, avec rabattement	Moins de transfert, moins d'effort de marche	Jonkoping, Nantes, Hamburg, TVM	Lorient, BusVAO (Madrid), Almere
	Grande interstation pour une meilleure vitesse	Demande accessibilité avec peu de marche à pied	lots of full / complete BHLS, Zuidtangent	Lorient, Dublin, Zurich, Almere
	Grand ratio de voie dédiée	Demande en trafic routier et parking	Lot of full BHLS, Busway, Twente	Stockholm, Jonkoping, Manchester
	Voies dédiées uniquement aux bus / tramways	Partage avec taxi, vélo, 2 roues motorisées...	Busway, Zuidtangent, Rouen	Hamburg, Madrid BusVAO, Prague
Montées / Descente	Off Bus Ticketing, to speed up boarding times	Vente tickets par les conducteurs	Nantes, Rouen,	Majority of the case studies
	Beaucoup de portes pour diminuer les temps d'arrêt	Maintenir un bon niveau de place assises	Prague, Hamburg, Zuidtangent	Dublin, UK sites
	Montées à toutes les portes	Montée porte avant pour limiter la fraude	Majority of case studies	Dublin, UK sites
Véhicule – Infrastructure	Forte capacité	Confort en heure de pointe, avec un taux élevé de places assises	Nantes, Prague, NL sites	Jokiri line, Madrid BusVAO, Dublin, UK sites
	Protection du chauffeur et concentration	Contact avec passagers, service information...	Nantes, some UK, Prague	Hamburg, TVM, improved bus lines
	Innovation (guidage, énergie alternative etc.)	Technologie éprouvée	Douai, Hamburg,	Busway, Zuidtangent, NL sites, SE sites...
	Quai haut compatible avec tram	Quai bas compatible avec autres lignes de bus	Rouen, Castellon, Essen	TVM, Oberhausen, Lisbon
	Design spécifique du bus ou couleur spécifique	Flotte identique pour toutes les lignes	Busway, Zuidtangent, TVM, UK FTR Leeds, Jokiri line, Stockholm	Lorient, Jonkoping, Lund, Gothenburg, Madrid BusVAO...

---

Le tableau 28 ci-dessus met en évidence 12 d'entre eux que le groupe COST a relevé suite à l'analyse des BHNS décrits.

Remarques supplémentaires sur ces compromis :

- Problèmes de hiérarchisation : la solution économique proposée augmente le nombre de correspondances. En revanche, les voyageurs, en particuliers les personnes âgées ou handicapées, préfèrent les trajets directs aux correspondances, plus incertaines.
- Distance interstation : malgré une amélioration de la vitesse et de la qualité, les personnes âgées et handicapées peuvent être très insatisfaites d'une augmentation des distances de marche.
- Une proportion importante de voies prioritaires est une composante essentielle au succès d'un projet, qui confère au système de BHNS sa durabilité ou son caractère permanent. Parfois, des solutions flexibles (mais intégrant systématiquement une priorité aux feux) sont envisageables, voire meilleures dans des zones soumises à de fortes contraintes. Il s'agit en tout état de cause de la phase la plus délicate du projet, car la réduction de l'espace réservé aux voitures rencontre en général de la résistance.
- Partage des voies réservées avec d'autres modes (taxis, modes doux) : une telle intégration doit faire l'objet d'une étude impliquant les parties prenantes concernées à un stade précoce du projet, et non immédiatement avant la mise en service du système de BHNS. De tels compromis peuvent entraîner une dégradation du service de BHNS aux heures de pointe, car il est difficile de prévoir et de gérer la demande correspondant à ces modes supplémentaires.
- Système de billettique : les systèmes de BHNS sont plus efficaces lorsque les conducteurs ne vendent pas de titres de transport et ne manipulent pas d'argent. Il convient de mener une réflexion sur les abonnements et les systèmes de paiement hors véhicule. La vente de titres de transport par les conducteurs peut réduire les avantages procurés par les dispositifs de priorité aux feux. On peut observer que la plupart des systèmes de tramway ont recours aux automates de billettique.
- Nombre de portes / de places assises : un enjeu délicat lors de la conception d'un BHNS. La tranche de population des plus de 60 ans, qui apprécie les places assises, va doubler au cours des dix prochaines années. Cependant, la présence d'un plus grand nombre de portes permet de réduire le temps nécessaire à l'embarquement/au débarquement des voyageurs. Un nombre accru de portes entraîne une réduction des places assises (bien qu'un nombre supérieur de sièges soit requis lorsque la longueur moyenne de déplacement augmente). Dans certains pays, l'utilisation d'un nombre de portes limité associé à une entrée par l'avant du véhicule (p. ex. sur les sites du Royaume-Uni) a permis d'atteindre des résultats satisfaisants. D'autres facteurs tels que la tarification, la largeur du quai et la discipline des voyageurs sont également pertinents.
- Le rapport entre le temps d'embarquement et le temps de parcours total dépend de la distance interstation (bien que ce ne soit pas le seul facteur). L'utilisation exclusive de la porte avant sur les lignes à forte demande parcourant des distances relativement courtes n'est pas une solution très économique (et s'avère peu pratique pour les usagers de fauteuil roulant, les landaus, etc.).
- Montée à bord par toutes les portes ou par la porte avant : la fraude demeure un enjeu important pour ces systèmes (le tramway connaît un problème similaire, en particulier sur les lignes à haute capacité). Au Royaume-Uni, aux États-Unis et au Canada, les exploitants préfèrent utiliser la porte avant, quelle que soit la capacité impliquée. En Europe continentale, l'utilisation d'un plus grand nombre de portes est souvent préférée afin de réduire le temps d'embarquement (il s'agit également d'une recommandation de l'EBSF). Dans ce cas, les innovations en matière de systèmes de billettiques devraient être utiles. Le recours à des moyens d'embarquements différents selon les lignes (locale : embarquement multiple / régionale : porte avant uniquement) ou les horaires d'exploitation (heures de pointe : embarquement multiple / soirs et week-ends : porte avant uniquement) constitue une solution de compromis.
- Capacité du véhicule (taux de places assises faible ou élevé) : un meilleur confort est exigé sur les trajets les plus longs.
- Protection du conducteur : l'assistance offerte aux voyageurs par le conducteur est peu compatible avec une capacité importante. Malgré tout, les voyageurs aiment savoir qu'ils peuvent s'adresser au conducteur : cela « humanise » le bus et fait de lui le mode le plus apprécié. Cependant, dans le cas des BHNS à haute capacité (ainsi que du tram), une telle assistance peut avoir un impact négatif sur la qualité et la fiabilité du service.
- Innovation ou technologie éprouvée : il est primordial que le cahier des charges d'un site donné tienne compte des risques qu'implique l'introduction de nouvelles technologies. Ces risques

---

peuvent être importants pour les villes modestes au budget limité. Les coûts supplémentaires et les risques qui accompagnent l'innovation doivent être partagés avec les autorités nationales afin que les leçons tirées puissent faire l'objet d'une diffusion publique.

- Accessibilité, choix d'une bordure haute/basse : les solutions de bus guidé et de tram offrent des lacunes comparables avec les bordures hautes, à l'exception du cas de Nantes, équipé de rampes courtes. Les bus non guidés sont principalement compatibles avec des bordures basses.
- Parc dédié ou design commun à tous les bus : dans le cas des systèmes de BHNS à volume élevé, un parc de véhicules dédié favorise l'identification de ce service spécifique. Cependant, cette mesure revêt moins d'importance dans les aires urbaines limitées, dont les exigences sont moindres et où la compréhension du réseau est simple. L'investissement et les coûts d'exploitation supplémentaires entraînés par l'adoption d'un parc de véhicules spécifique peuvent s'avérer trop importants au vu de leur utilité limitée pour les réseaux simples et de faible envergure (tels Jönköping, Lorient, Almere et Twente).

De manière générale, chaque site doit identifier les enjeux qui sont les siens. Les objectifs d'origine et le niveau d'ambition sont des paramètres spécifiques à chaque site.

En général, les réponses techniques seront variables et le compromis dépendra du contexte local, des objectifs à long terme, etc.

### **Conclusion :**

Les conflits les plus significatifs découlent généralement de la création de voies réservées, qui constituent l'élément central de tout projet de BHNS permanent ; ces enjeux doivent donc faire l'objet d'études approfondies et bénéficier d'un soutien politique important. Il convient de proposer une solution alternative crédible aux automobilistes lorsqu'on réduit l'espace de circulation des voitures.

Parvenir à la solution optimale face à des exigences conflictuelles est souvent plus aisé à l'échelle du réseau qu'à celle du système.

Cette analyse est susceptible de mettre en évidence les principaux axes d'innovation / d'évaluation / d'analyse comparative qu'il convient de suivre.

### **3.5.9 Enquête sur les méthodes d'exploitation et les outils « support »**

Une courte enquête a été menée dans le cadre de l'action COST TU0603 afin de comprendre les technologies et les méthodes d'exploitation utilisées dans les projets de BHNS européens pour améliorer la fiabilité, qui constitue l'un des facteurs les plus importants. 12 BHNS ont répondu à l'enquête.

De manière générale, il apparaît qu'une importance particulière est attribuée à la fiabilité. Des objectifs officiels sont établis au sein des contrats de service ; ils sont soumis à un système de paiement/pénalité.

*Le rapport de synthèse est disponible sur le CD ci-joint.*



*Zuidtangente : sur la section où les bus peuvent circuler à plus de 70 km/h, les passages piétons et cyclistes sont protégés par des barrières et des feux de signalisation*

---

## 3.6 Enjeux socio-économiques et de réseau (par le GT4)

### 3.6.1 Définir la notion de « haut niveau de service »

**1.- Définition de la notion de « haut niveau de service »** (BHNS est l'acronyme correspondant à « bus à **haut niveau de service** »).

Il est primordial de définir la notion de « haut niveau de service ». Dans le cadre de ses activités, le GT4 a remarqué que les notions de « bus à haut niveau de *technologie* » et de « bus à haut niveau de *service* » ne coïncident pas nécessairement. La technologie intervient en offrant les outils de support permettant de parvenir au niveau de service souhaité.

La réalisation d'investissements dans l'amélioration de l'infrastructure, des véhicules et des installations destinées aux usagers en présupant qu'ils aboutiront systématiquement à un niveau de service plus élevé ne constitue pas une bonne pratique. Il ne fait aucun doute que ces investissements entraîneraient des améliorations, mais de telles mesures doivent s'appuyer sur une logique orientant ces dépenses et assurant leur mise en œuvre avisée. Dans le cas contraire, rien ne permet de s'assurer qu'on s'adresse bien aux problématiques souhaitées, ou que les résultats sont suffisants. En outre, il est alors impossible d'affirmer que les dépenses sont judicieuses, voire qu'elles aient été nécessaires.

Une définition structurée de la notion de « haut niveau de service » est requise, et ce pour quatre raisons :

- Pour réaliser une *analyse des écarts*, qui permet de parvenir à une compréhension approfondie des aspects du service pour lesquels un besoin d'amélioration substantielle est avéré.
- Afin de déterminer le *niveau de service relatif à la conception* de chacun des paramètres pertinents et de l'utiliser comme un critère d'orientation fondamental pour l'ensemble de la conception en matière de système et d'ingénierie.
- Pour *évaluer les résultats de la conception*, en premier lieu telle qu'elle a été imaginée, puis au niveau de ses aboutissements. Elle est ainsi revue ou validée en ayant identifié les aspects nécessitant des améliorations à un stade ultérieur.
- Afin d'*assurer un suivi des performances par rapport au niveau de service de conception*, en faisant correspondre les paiements, les mesures incitatives et les interventions à la réalisation des niveaux de performance requis.

La plupart des projets de BHNS se dotent d'objectifs (parfois même relativement explicites), mais nous n'avons jusqu'à présent pas observé de véritable approche structurée dans la définition, la conception et la mise en œuvre d'un haut niveau de service sur la base de paramètres multiples.

Il ne s'agit pas ici de critiquer les projets de BHNS existants. Les projets mis en œuvre sont de bonne qualité et sont parvenus à des augmentations impressionnantes de la fréquentation, ainsi qu'à une perception très positive de la clientèle et de l'opinion publique. Néanmoins, l'objectif visé en matière de niveau de service est souvent peu clair, de même qu'il est difficile de juger dans quelle mesure les différentes composantes des investissements répondent aux aspects définis comme prioritaires pour le service concerné. Il est également difficile d'établir si les résultats atteints auraient pu être obtenus avec un niveau de dépenses plus faible grâce à des objectifs plus précis.

Pour la définition de la notion de haut niveau de service, deux références existantes sont disponibles :

- *La notion de niveau de service, définie dans le document du TCRP américain intitulé Transit Capacity and Level of Service manuals (Report 100, 2<sup>ème</sup> édition)*

- 
- *La notion de qualité, définie dans les projets européens QUATTRO puis dans la norme EN 13816*

Nous considérons que l'approche du « niveau de service » adoptée par le TCRP est plus adaptée à la conception d'un système de BHNS. Elle définit différents niveaux de service pour des paramètres variés et s'adresse à une utilisation en planification comme en conception. Bien documentée, elle est révisée régulièrement en concertation avec les parties prenantes des transports publics. L'approche de la qualité de service adoptée par la norme EN 13816 offre un plus grand nombre de paramètres de qualité détaillés, mais elle n'est pas rendue opérationnelle pour des valeurs spécifiques. La France dispose de sa propre norme, NF 13816 : « Règles de certification spécifique – services de transport urbain de voyageurs ». La section suivante se penche sur le potentiel de l'application de l'approche du TCRP au BHNS.

## **2.- Approche selon le niveau de service**

Le TCRP américain déclare que son document (Transit Capacity and Level of Service manual) « *est conçu pour servir de document de référence fondamental pour les professionnels et les décideurs du domaine des transports publics. Ce document contient des informations contextuelles, statistiques et graphiques sur les différents types de transports publics et offre un cadre de mesure de la disponibilité du transport et de la qualité de service du point de vue du voyageur. Il propose des techniques de calcul quantitatives de la capacité des services de transport par bus, ferrés et par ferry, ainsi que des arrêts, des stations et des terminaux associés.* »

Chaque mode de transport fait l'objet de conseils spécifiques : La deuxième édition du TCRP Report 100 aborde la capacité du transport par bus dans sa 4<sup>ème</sup> partie, et celle du transport ferré dans sa 5<sup>ème</sup> partie.

L'approche du niveau de service adoptée présente trois caractéristiques principales :

- Un ensemble de paramètres pertinents quant à la capacité et au niveau de service.
- Un système d'évaluation du niveau de service (de A à F), A correspondant à la note la plus élevée.
- Des spécifications quantitatives et qualitatives relatives à chaque niveau de service (de A à F) et pour tous les paramètres.

L'approche du TCRP fait appel aux paramètres suivants pour les services à itinéraire fixe :

- Fréquence du service
- Amplitude du service
- Couverture du service
- Nombre de passagers
- Performances en matière de ponctualité
- Respect des temps intervéhiculaires
- Temps de parcours TC / voiture

Pour chaque paramètre, des valeurs quantitatives sont données pour chaque niveau de service. Dans certains cas, des explications qualitatives sont également fournies. Le niveau de service correspondant aux paramètres spécifiques des transports à itinéraire fixe et fondé sur la documentation du TCRP est présenté dans le rapport détaillé du GT4 (disponible sur le CD ci-joint).

Les valeurs des différents niveaux de service ont été établies aux États-Unis selon les besoins et les objectifs de leur industrie. Il est possible que des valeurs légèrement différentes doivent être utilisées pour les transports urbains européens, en particulier pour le critère de la fréquence de service.

L'approche selon le niveau de service est relativement flexible : elle peut être utilisée pour répondre aux besoins spécifiques de la zone concernée. Par exemple, après avoir mené une étude minutieuse des préférences et des priorités des usagers sur le site, et en tenant compte de la faisabilité technique et financière de son projet, une ville peut décider de concevoir un système de BHNS offrant les niveaux de service suivants :

- Niveau de service A pour la fréquence et la ponctualité,

- 
- Niveau B pour la couverture du service, le respect des temps intervéhiculaires et le temps de parcours TC / voiture,
  - Niveau D pour le nombre de passagers aux heures de pointe, niveau C aux autres heures.

Si l'infrastructure de BHNS concerne plusieurs lignes, la ville peut opter pour différents niveaux de service (NS) selon le type d'itinéraire ou individuellement pour chaque ligne. Les NS sélectionnés pour la fréquence et les heures de service peuvent alors être adaptés au rôle de chaque ligne par rapport à la hiérarchie du réseau et à la demande des voyageurs.

Quelle que soit l'approche adoptée par un système de BHNS, elle doit tenir compte des éléments essentiels suivants :

- Les différentes caractéristiques du service doivent être formulées de manière explicite ;
- Le service/la qualité visés doivent correspondre aux besoins en déplacement, ainsi qu'aux préférences et aux priorités des clients ;
- La conception du système de BHNS doit être fondée sur les niveaux de service ciblés, et les investissements doivent être engagés en priorité dans le but de combler les écarts entre le service existant et le service souhaité ;
- Les dépenses affectées à des caractéristiques ne constituant pas des priorités pour la clientèle, ou à des caractéristiques répondant déjà au niveau cible exigé, ont un intérêt limité et peuvent même se révéler inutiles.

Le domaine des BHNS étant encore émergent, il est probable que certains projets pionniers se soient contentés de mettre en œuvre des caractéristiques réalisables sans analyse rigoureuse des besoins. Il est primordial de tirer des leçons sur les éléments et les caractéristiques dont l'impact est le plus important. Les aménageurs seront ainsi mieux informés des méthodes d'optimisation de leurs conceptions et sauront comment cibler au plus juste l'investissement des fonds à leur disposition.

### 3.6.2 Contexte financier et économique

La récente crise financière mondiale a mis en évidence l'avantage des transports publics, qui offrent un moyen de parvenir à une approche durable de l'aménagement urbain et du développement. Tel qu'il est mis en œuvre actuellement en Europe, le BHNS offre une réponse innovante et pertinente à ces enjeux. Il est susceptible de proposer une alternative aux villes ou aux aires urbaines confrontées à des capitaux d'investissement et des budgets limités. Les systèmes de BHNS peuvent couvrir tout (cas d'Almere) ou partie (cas d'Essen) du réseau de transports en commun. Dans un certain nombre de cas (notamment Lund et Ebsfleet dans le Kent), le BHNS a été intégré sur des itinéraires pour lesquels des planifications stratégiques menées auparavant avaient identifié une possibilité de mise en œuvre de modes ferrés. Parmi eux, certains projets ont été aménagés en conservant la possibilité d'une mise en œuvre ultérieure du tram en fonction des besoins de capacité ou de la disponibilité des fonds. Dans d'autres villes (Amsterdam, Nantes), le BHNS a été préféré au tram, le coût d'investissement engagé ayant représenté un facteur important dans ce choix. Il n'existe pas de cas de remplacement d'un service ferré ou de tram par un système de BHNS, même suite à la fermeture d'un tel service. (Dans le Cambridgeshire, la majeure partie du projet Guided Busway a été construit sur une ligne ferrée abandonnée, mais il s'agissait avant tout de profiter du tracé disponible plutôt que de remplacer l'ancien service ferré.)

#### 1.- Infrastructure

Les projets de BHNS européens font appel à un grand nombre d'infrastructures possibles à l'amélioration des systèmes de bus. Celles-ci s'étendent d'une circulation mixte des bus aux systèmes assurant une séparation totale par rapport au trafic général afin de garantir une circulation sans congestion, en passant par les voies prioritaires identifiées par des marquages. Les méthodes de séparation retenues vont des barrières (p. ex. Almere et



---

Castellón) et des croisements dénivelés aux chaussées réservées aux bus (p. ex. Amsterdam, Paris, Cambridge). Seuls les sites propres pourvus d'un système de guidage par la bordure, tels qu'on peut les observer à Cambridge, Leeds et Essen, sont susceptibles de devoir être soumis à une norme de production spécifique. La construction de sites propres dépourvus de système de guidage mécanique ne pose pas de difficulté. Qu'il s'agisse d'une voie délimitée par une bande dans une rue, d'une voie réservée, d'un pont ou d'une trémie, n'importe quelle entreprise de voirie est en mesure de construire une voie de circulation. Ceci est également valable pour la signalisation : les systèmes utilisés sont identiques aux équipements en vigueur pour la circulation automobile. Tous ces éléments rendent la création d'une infrastructure de séparation des bus abordable. Il est également possible de mettre l'infrastructure en place par étape, les bus étant en mesure d'emprunter la chaussée normale sur les portions qui n'ont pas encore été modifiées. Le projet Quality Bus de Dublin, au sein duquel chaque nouvelle portion de voie réservée contribue immédiatement à un fonctionnement plus régulier et plus fiable du service, constitue un bon exemple de cette approche.

En cas de détournement temporaire ou de nouvelle affectation définitive, l'itinéraire d'un BHNS s'adapte également facilement. La flexibilité du bus représente un avantage significatif pour répondre aux fermetures soudaines de rues ou aux développements des services à moyen et long terme.

Un grand nombre de systèmes de BHNS intègrent des éléments bénéfiques pour la communauté concernée ou contribuant à l'amélioration de l'espace urbain. Au niveau le plus élémentaire, on constate une amélioration des installations piétonnes et l'intégration de pistes cyclables. Dans certains cas (en particulier en France et aux Pays-Bas), des efforts significatifs sont accomplis pour améliorer l'apparence visuelle de l'espace urbain, les trottoirs et l'environnement le long du tracé du BHNS, les liaisons vers/depuis les arrêts, les emplacements de stationnement pour les vélos, etc. Lors d'une étude comparative des coûts d'immobilisation de différents systèmes de BHNS, il convient de tenir compte du fait que certains projets de BHNS ont impliqué des investissements significatifs dans l'amélioration de l'espace urbain, ce qui n'est pas le cas pour d'autres.

## **2.- Exploitation**

La plupart des cas de BHNS européens étudiés font appel à des bus normaux (classiques et articulés). En général, les véhicules sont identiques sur les itinéraires normaux et à haut niveau de service, bien que ces derniers soient plus susceptibles d'utiliser des bus articulés. Malgré quelques différences de conception, le châssis des véhicules provient d'un bus standard. Les bus à plancher haut ou dotés de portes des deux côtés (tels qu'on peut les observer en Amérique latine) ne sont pas utilisés en Europe. Les véhicules ne présentant pas de différence matérielle, il n'est pas nécessaire de prévoir une différenciation au niveau du personnel. Les réserves d'exploitation à prévoir peuvent donc demeurer modérées.

Les systèmes de BHNS européens consistant souvent en une circulation de bus standard sur des voies séparées mais normales par ailleurs, l'infrastructure est ainsi accessible à différents exploitants, dans la mesure où un tel fonctionnement est souhaité et autorisé. L'avantage procuré par un couloir bus peut facilement profiter à tous les exploitants d'un corridor. Lorsque le recours à des véhicules spéciaux n'est pas requis, l'intégration d'un nouveau couloir bus à un réseau existant est relativement aisée (au moins autant que l'adaptation d'un réseau de bus classique).

D'après l'expérience des sites étudiés, l'exploitation d'un système de BHNS n'entraîne pas de coûts supplémentaires. À l'inverse, les estimations relatives à ces lignes ou réseaux font état de coûts d'exploitation par unité plus faibles grâce à une vitesse commerciale plus importante, une consommation énergétique moindre ou un nombre de bus réduit. Cependant, le calcul total des coûts d'exploitation doit tenir compte du fait que les systèmes de BHNS impliquent généralement une augmentation du niveau de service (c. à d. plus de bus et plus de kilomètres), bien que le coût au kilomètre soit plus réduit. Ces systèmes impliquent également le recours à des véhicules neufs et parfois plus grands qui peuvent présenter des

---

coûts unitaires et d'amortissement supérieurs à ceux des véhicules utilisés auparavant. Pour faire contrepoids à ces arguments, tous les BHNS sont parvenus à une amélioration impressionnante de la fréquentation (avec une croissance parfois supérieure à 100 %), entraînant une augmentation du taux d'occupation et des recettes.

### **3.- Entretien**

Toutes les villes équipées d'un BHNS disposaient déjà d'un réseau de bus auparavant, et poursuivent généralement l'exploitation des lignes de bus classiques. En matière d'entretien, le transfert des savoir-faire et des ateliers peut se dérouler en douceur : un avantage considérable en faveur d'améliorations fondées sur un développement de l'existant. Bien sûr, l'intégration de nouvelles technologies de propulsion ou d'alimentation crée un besoin d'adaptation et de formation. Mais ce phénomène est également susceptible de se produire sur un réseau de bus classique moderne. L'introduction ou l'ajout de nouveaux bus articulés au parc de véhicules peut nécessiter l'ajout de fosses de réparation supplémentaires et quelques modifications des installations d'entretien.

Si le système de BHNS dispose de voies réservées, les coûts d'entretien de ces couloirs sont normalement identiques à ceux des chaussées normales. Le déblaiement de la neige et les réparations peuvent être réalisés avec les équipements et technologies existants et éprouvés. Seuls les sites propres protégés pourvus d'un système de guidage par la bordure sont susceptibles de requérir un équipement spécifique. En ce qui concerne les sites propres, nous avons constaté l'apparition possible d'un orniérage ou d'autres dégradations de la surface au niveau des arrêts de bus. Lorsque ces problèmes apparaissent, ils sont généralement imputables à des défauts de conception, de matériel ou de construction. Souvent, le prestataire est tenu de remédier au problème.

### **4.- Retombées**

Lorsque de nouveaux systèmes de transports publics sont mis en œuvre dans une ville, on observe généralement l'émergence d'investissements privés supplémentaires en matière de construction ou de rénovation immobilière. C'est souvent le cas pour les nouvelles lignes de transport ferré ou de tram largement intégrées dans le plan d'occupation des sols et dont l'exploitation est un succès.

14 exemples européens de BHNS témoignent de cette opportunité liée à la mise en œuvre de services de bus améliorés. La rénovation urbaine ou l'amélioration de l'espace est souvent prise en charge par des financements publics. L'impact réel de ce phénomène est encore peu connu et n'est pas mesuré.

En de nombreuses occasions, nous avons observé la quasi absence de recherche sur ce point dans le cas du BHNS, bien que de telles études soient désormais presque standard sur les projets de tramway et de transport ferré. Les données disponibles ne sont pas suffisantes pour quantifier les conséquences plus générales des systèmes de BHNS.

En outre, dans de nombreux cas, la mise en œuvre de systèmes de BHNS s'est accompagnée d'un projet de développement urbain (p. ex. à Nantes). Ceci rend toute étude individuelle des effets induits pratiquement impossible à réaliser : quelles sont les conséquences du BHNS, quelles sont celles du développement urbain, et quel élément conduit à l'autre ? Dans d'autres cas, l'espace public n'a pas changé d'apparence, tandis que le niveau d'activité des résidents est demeuré moyen. Cependant, la mise en place d'une aire piétonne est susceptible d'engendrer des effets similaires. Nous considérons donc que le déclenchement d'investissements privés dépend probablement moins du type de système de transport public mis en œuvre que de l'ampleur du renouvellement urbain.

## **3.6.3 Contexte social**

### **1.- Acceptation**

---

Tous les cas de BHNS européens observés ont fait état d'une fréquentation croissante. C'est un signe de succès indéniable sur le marché des transports. En général, ces services sont bien acceptés par les citoyens où qu'ils soient mis en œuvre. Cependant, les systèmes de bus évolués sont toujours jugés par comparaison aux systèmes ferrés. En conservant les mêmes paramètres, un système sur rail aurait-il attiré plus de voyageurs que le bus ? Cette question fondamentale n'a pas trouvé de réponse, un système n'étant en réalité jamais interchangeable avec un autre. À Oberhausen, les bus et les trams utilisent la même infrastructure sur un corridor de plus de 6 km (itinéraire des transports publics). Sur cette portion, on observe que les voyageurs ne font pas de distinction entre le bus et le tram si ces deux modes desservent leur destination ; en d'autres termes, un usager ne laisse pas délibérément passer un bus pour attendre le prochain tram. Il est difficile d'imaginer un nombre de voyageurs plus important si cet itinéraire était uniquement desservi par le tram. Cet itinéraire est intégralement séparé de la circulation routière, de même que les sites propres utilisés à Amsterdam, dans le Cambridgeshire (guided busway), à Nantes ou à Paris. L'exploitation de ces systèmes est similaire à celle des réseaux ferrés. Nous en déduisons que l'acceptation des bus est probablement proche de celle des systèmes ferrés si ses conditions d'exploitation sont comparables. Les différences minimales qui demeurent peuvent provenir des véhicules, l'intérieur des bus offrant rarement le design généreux qu'on peut voir dans les voitures des transports ferrés. Cet avantage est néanmoins à relativiser : dans de nombreux cas, les bus offrent une proportion de places assises plus importante que les trams (en particulier Cambridge et Dublin, qui font appel à des bus à impériale). Ces résultats sont conformes aux conclusions auxquelles ont abouti les chercheurs de l'ETH en Suisse et en Suède, qui ne montrent pas de différence significative dans l'utilisation des transports publics lorsque l'on compare des systèmes de tram et de bus dotés de caractéristiques comparables (vitesse, fiabilité, fréquence, couverture).

## **2.- Qualité de desserte**

Les bus peuvent circuler dans des rues étroites et pentues, ce qui permet de proposer des services de transports publics dans pratiquement tous les quartiers d'une ville. C'est la raison pour laquelle l'avantage procuré par des temps de parcours rapides et fiables dans les sections centrales des réseaux de transports publics peut, grâce au bus, profiter à toutes les zones d'une agglomération. Dans les villes de taille modeste et moyenne, l'adoption d'un système de transport rapide desservant le centre ou le traversant ne permet pas de gagner suffisamment de temps pour justifier le ralentissement engendré par une correspondance avec le bus en périphérie. Dans ces cas, une section de BHNS centrale utilisée comme itinéraire principal est considérée comme une solution adaptée et attractive. Ces itinéraires regroupent les bus en provenance des périphéries, constituant ainsi un moyen rapide et fiable de rejoindre les centres-villes sans correspondance. Les villes de Göteborg, Jönköping et Lorient ont toutes trois opté pour cette approche. Elles démontrent que le bus peut associer des temps de parcours attractifs et une haute qualité de desserte pour tous les citoyens. En outre, l'utilisation de véhicules rentables et d'infrastructures orientées sur les besoins est susceptible de ménager plus de ressources pour permettre de réduire les intervalles entre deux véhicules, une caractéristique à part entière d'une desserte de haute qualité.

## **3.- Accessibilité**

Le BHNS ne constitue pas simplement un moyen de transport rapide et fiable. La plupart des systèmes étudiés disposent également de systèmes d'information des voyageurs améliorés et d'un accès aisé aux quais et aux véhicules. Grâce aux progrès réalisés dans la conception de planchers bas, une légère surélévation des quais permet d'offrir aux personnes handicapées un accès facile aux véhicules modernes dotés de ce type de plancher. On observe également que ces équipements sont appréciés des 20 à 30 % de la population connaissant des problèmes de mobilité mineurs. Pour les usagers de fauteuil roulant, une rampe supplémentaire dans le véhicule peut constituer une solution acceptable. L'accès aux arrêts de bus ne constitue généralement pas un problème dans les villes européennes, des efforts importants ayant déjà été réalisés au cours des 20 dernières années en faveur d'une universalisation de l'accessibilité. Les bus sont donc également en mesure d'offrir une

---

excellente accessibilité aux personnes handicapées ou aux familles avec poussettes ou landaus.

Lorsque le plancher du véhicule et le quai sont au même niveau (p. ex. Amsterdam, Nantes, Rouen, Kent Thameside, Castellón, etc.), l'accès au bus est entièrement dépourvu d'obstacle. Une telle conception exige cependant des sections de route rectilignes au niveau des arrêts.

#### **4.- Sécurité**

Les autorités de transport et les exploitants réalisent des efforts conséquents pour que les voyageurs se sentent en sécurité lorsqu'ils empruntent les transports publics. La présence de caméras de vidéosurveillance et d'agents de sécurité est de plus en plus courante (en particulier en soirée) au sein des réseaux de transports en commun européens. L'installation d'arrêts de bus en surface, la facilité de maîtrise du véhicule et la possibilité de s'adresser au conducteur constituent des facteurs favorisant la sécurité. Ces arguments en faveur du bus sont également valables pour les systèmes de BHNS.

#### **5.- Prix du titre de transport**

En Europe, les transports en commun sont considérés comme un service d'intérêt public. Ils doivent être accessibles à toutes les strates de la population. Ceci requiert l'adoption d'un tarif abordable pour les tickets. En fonction des possibilités offertes par les budgets locaux, une infrastructure économique peut contribuer à maintenir les tarifs des titres de transport à un niveau faible. Les analyses du GT4 démontrent qu'un investissement raisonnable suffit pour réaliser un projet de BHNS. Sur l'ensemble des réseaux étudiés, les tarifs des tickets des BHNS était identiques à ceux des lignes de bus classiques, bien qu'il s'agisse d'un produit de qualité supérieure. Même s'il convient de renoncer à une distinction des tarifs, la rentabilité des BHNS contribue à maintenir les prix des tickets à un niveau faible sur l'ensemble du réseau.

#### **6.- Loyers**

L'amélioration de l'infrastructure des transports en commun est susceptible d'avoir une influence sur les prix de l'immobilier privé le long du corridor. Bien que les collectivités locales soient favorables aux travaux de rénovation, une augmentation des prix des loyers ou de l'immobilier peut s'avérer indésirable en raison de ses impacts sociaux. Dans le cas des systèmes ferrés, cet effet a été démontré sur la base d'études aussi bien que d'informations empiriques. En raison du manque de recherches comparatives menées sur les sites de BHNS européens, il est encore impossible de conclure à un phénomène similaire pour les systèmes de BHNS. Les cas étudiés ne disposaient pas d'études de l'évolution des prix de l'immobilier ou des loyers avant et après la mise en œuvre de systèmes de BHNS. Nous recommandons vivement le développement de la recherche sur ce sujet.

### **3.6.4 Résultats de l'enquête du GT4 sur les conditions de mise en œuvre du BHNS**

Au cours de l'année 2008, le GT4 a mené une enquête sur les conditions de mise en œuvre et le cadre d'évaluation du BHNS. La méthode retenue s'est appuyée sur un modèle de questions, appliquées par chacun des membres du GT4 au cas correspondant à leur pays d'origine. Les réponses détaillées sont regroupées dans une note de travail séparée figurant sur le CD joint à ce rapport.

Les questions s'articulent autour des trois axes décrits ci-dessous. 11 pays ont répondu au questionnaire : Angleterre, France, Allemagne, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal, Roumanie, Espagne, Suède et Belgique (Flandres). Les réponses ont été synthétisées en trois tableaux (figurant sur le CD ci-joint). L'approche retenue consistait à présenter les similarités et les divergences constatées en pratique. Comme c'est le cas pour de nombreux aspects des BHNS, il n'existe pas d'approche correcte ou idéale. Les approches retenues sont à l'image des normes et des pratiques de l'environnement d'accueil. Malgré tout, des pratiques communes à la majorité ou à la totalité des pays interrogés émergent clairement pour certains

---

aspects spécifiques. On observe également que certaines pratiques « divergentes » se révèlent être de bonnes pratiques potentielles susceptibles d'être imitées par d'autres projets. Les questions posées et certaines conclusions essentielles sont présentées ci-dessous.

### **1.- Conditions de mise en œuvre.**

*Quel est le niveau de concertation atteint ? À quel moment et auprès de qui la concertation intervient-elle dans le cadre de la planification du système ?*

*Quel rôle les entreprises locales, les exploitants, la sphère politique et les autres organisations jouent-ils dans la planification du système ?*

*Existe-t-il un lien établi entre le BHNS et la régénération économique ? Les effets de cette régénération ont-ils été étudiés et sont-ils différents pour le BHNS et le Tramway ?*

*Qui exploite et régule les systèmes de BHNS ? Les méthodes employées diffèrent-elles de celles appliquées aux bus et trams conventionnels ?*

- Nous constatons que la plupart des systèmes de BHNS sont mis en œuvre pour améliorer les lignes de bus existantes.
- Seules quelques villes ont entrepris une mise en œuvre du BHNS par choix, parallèlement aux lignes de tram / transport ferré léger (p ex. Nantes et Lund).
- Très peu de villes optent pour le BHNS dans le but d'aboutir à une augmentation importante de la capacité de transport (Hambourg, Utrecht, Zurich avec des bus bi-articulés).

### **2.- Évaluation socio-économique**

*Existe-t-il des études ou des éléments démontrant les effets de la mise en œuvre des systèmes de BHNS sur l'économie, l'immobilier et la qualité de vie au niveau local ? Ces effets sont-ils différents entre le BHNS et le tramway ?*

*Existe-t-il une approche définie pour l'évaluation socio-économique ? Est-elle identique pour le tramway et les projets routiers ? Prend-elle en compte des critères multiples ?*

*Quelle est l'importance générale attribuée à l'analyse coûts-bénéfices au sein de l'évaluation d'un système ?*

- Dans les pays concernés par l'étude, une consultation publique est normalement requise.
- La consultation des entreprises, commerçants, etc. varie d'un site à un autre.
- Bien qu'il ne soit pas requis, le portage politique local est important. Les projets sont généralement préparés par des aménageurs de TC et des urbanistes compétents qui s'efforcent de convaincre la sphère politique et d'obtenir son soutien.

### **3.- Position du BHNS au sein du réseau de transports en commun**

*La décision de la mise en œuvre tire-t-elle son origine de l'évaluation des objectifs, ou le choix du bus, du BHNS ou du tram est-il fixé dès le départ ?*

*Le BHNS est-il considéré comme une solution susceptible d'intégrer un réseau hiérarchisé de transports en commun regroupant différents modes, ou la zone concernée fonde-t-elle son réseau exclusivement sur le bus ou le tramway ?*

*L'intégration de la tarification et des informations à différents modes de transports publics constitue-t-elle un problème ?*

*Quelle est la relation du BHNS, des systèmes de bus et du transport ferré léger avec la sphère publique ? Est-elle considérée comme bénéfique pour cette sphère ?*

De manière générale, plusieurs modes d'évaluation sont adoptés pour les projets de BHNS et de tram/transport ferré léger :

- En règle générale, l'étude d'un projet de BHNS tient compte des coûts d'exploitation, du facteur temps et des recettes impliquées.
- La régénération ou les retombées économiques ainsi que les impacts sur l'habitat, la valeur foncière, la qualité de vie, l'accès au lieu de travail, etc. sont rarement, voire

---

jamais, pris en compte dans l'étude d'un projet de BHNS. À l'inverse, ces critères sont toujours pris en considération lors de l'évaluation et de la justification d'un projet de tram/transport ferré léger.

- Généralement, le tram/transport ferré léger est perçu comme un mode valorisant le domaine public, ce qui n'est pas le cas du BHNS.
- Peu ou pas d'efforts sont déployés pour étudier ce critère ou d'autres enjeux sociaux relatifs aux bus.

### 3.6.5 Pratiques de mise en œuvre

Habituellement, les autorités organisatrices de transport conçoivent des systèmes de transports en commun intermodaux au sein de villes ou d'aires métropolitaines dans lesquelles le réseau de bus est en mesure de proposer des services complémentaires (Nantes, Madrid) ou structurants (ligne QBC à Dublin). Dans la plupart des cas analysés, les services de BHNS sont fournis sur les mêmes principes que le reste du réseau de bus. Le système de BHNS ne fait l'objet d'aucun contrat ou accord spécifique. Les autorités et les professionnels des transports ont eu tendance à concevoir les services de BHNS comme une amélioration des performances des transports en commun ou du réseau de bus plutôt que comme une solution adaptée à la création d'un nouveau réseau ou service de bus. Plus récemment, des signes indiquent que les villes abordent le BHNS comme un nouveau concept (p. ex. la ligne RetBus de Barcelone). Il semble que nous soyons en présence d'une phase transitoire, dans laquelle certaines perspectives relatives aux accords à venir entre les autorités de transport et les exploitants peuvent être finalisées par l'intermédiaire d'appels d'offres explicites et de futurs contrats. La structure et les dispositions de ces accords doivent inclure toutes les conditions ou facteurs qui établissent le système de BHNS en tant que philosophie multimodale. Ainsi, toute conception est développée dans le but d'augmenter la part modale des transports en commun grâce à une amélioration des performances en matière de qualité et de sécurité. Nous nous sommes adressés aux différentes autorités de transport pour leur demander leur méthode de planification des services de bus dans leur aire urbaine, afin d'établir le degré de facilité de mise en œuvre d'itinéraires de BHNS spécifiques. Les questions posées étaient les suivantes :

- 1) Quel est le modèle de base servant à la mise en place d'un service de bus au sein des principales aires urbaines ?
- 2) Quel niveau hiérarchique la principale autorité en matière de services de bus urbain occupe-t-elle dans l'administration ?
- 3) En pratique, quelle est l'unité concernée par la délégation ou les contrats ?

Les réponses détaillées sont réunies dans la version intégrale du document rédigé par le GT4 et figurent sur le CD ci-joint.

#### **1- Aspects réglementaires et de mise en œuvre des BHNS**

Les pratiques réglementaires et de mise en œuvre définissent la planification, la qualité, la billettique, la gestion, ainsi que d'autres aspects institutionnels et organisationnels du BHNS. Nous avons examiné si les pratiques en vigueur pour les BHNS observés diffèrent d'une manière ou d'une autre de celles utilisées pour les services de bus classiques dans une ville donnée.

Principale conclusion : aucune différence n'a été mise en évidence, que ce soit au niveau du processus ou de détails spécifiques, entre la mise en œuvre du BHNS et celle des autres services de bus. Le Royaume-Uni constitue la principale exception : le marché du bus y est déréglementé, de sorte que tout cadre collaboratif est spécifique au BHNS. Une analyse complète de cet aspect est proposée dans la version intégrale du document rédigé par le GT4, disponible sur le CD ci-joint.

---

#### a) Réglementation et approvisionnement de services de bus urbains

La réglementation et l'approvisionnement relatifs au marché du bus urbain adoptés dans les différents états membres présentent des variations significatives malgré la réglementation européenne en vigueur au sujet de ces services. La réglementation couvre un éventail complet d'aspects, parmi lesquels le monopole public, la délégation de la gestion et le contrôle de la concurrence, avec des mesures légères en faveur de la réglementation/déréglementation. La portée géographique de la planification et de la réglementation s'étend au niveau national, régional et urbain. *L'unité concernée par l'approvisionnement ou la réglementation s'étend des itinéraires individuels à l'intégralité du réseau.* L'allocation des rôles de planification du réseau et du service, ainsi que du « droit à l'initiative » est variable selon les parties prenantes. Quoi qu'il en soit, la planification, la réglementation et la mise en oeuvre du BHNS s'effectuent toujours dans un cadre identique à celui de l'ensemble du réseau de bus. En présence d'une telle diversité de pratiques en matière de réglementation et de mise en oeuvre, nous estimons que toutes les convergences observées peuvent être considérées comme un principe général appliqué au BHNS en Europe.

#### b) Planification et conception du BHNS

En matière de planification et de conception, les études de cas ne mettent en évidence aucune différence de pratique entre le BHNS et les autres services de bus. L'allocation des rôles se révèle être très homogène quel que soit le pays et le cadre, à l'exception du Royaume-Uni (hors Londres). À cette exception près, ainsi qu'à celle de l'Irlande, la conception et la spécification des réseaux et des services sont toujours réalisées par les autorités de transport.

En pratique, des services ou des équipes spécifiques sont créés pour la mise en oeuvre des projets de BHNS. En Irlande, par exemple, un service chargé du réseau « Quality Bus » a été créé au sein de la municipalité de Dublin afin de veiller à la mise en oeuvre du réseau QBC (désormais confié à l'autorité des transports nationale).

## **2.- Financement des éléments de BHNS**

La responsabilité des aspects financiers des projets de BHNS ne diffère que modérément d'un pays à l'autre. Dans les cas de BHNS analysés, le financement est identique aux autres services de bus. En général, les investissements dans l'infrastructure et le matériel roulant des transports publics urbains sont financés totalement ou partiellement par l'État ou la Région. Certains équipements spécifiques peuvent être fournis par les exploitants. Un grand nombre d'entre eux équipent les BHNS de systèmes de billetterie ou d'information des voyageurs.

#### a) Responsabilité du financement des éléments du système de BHNS

En règle générale, le financement de l'infrastructure et des services de transport ou aux voyageurs est réparti entre l'autorité organisatrice de transport (principalement la ville) et l'exploitant. En pratique, des budgets sont créés spécifiquement pour les projets de BHNS. Par exemple, le service chargé du réseau Quality Bus de Dublin s'est vu attribuer une ligne budgétaire spécifique, nommée Transport 21 ; le projet Busway de Nantes a bénéficié d'un budget de mise en oeuvre spécifique, conséquence récente d'une politique de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Cette pratique est considérée comme normale pour les projets spéciaux et n'est pas spécifique au BHNS.

#### b) Sources de financement des éléments de BHNS

Les financements de l'exploitation des services de BHNS et des autres services de bus font appel aux mêmes budgets. L'utilisation des infrastructures de BHNS par les exploitants ne leur est pas facturée (en tout cas à l'heure actuelle). En France, le financement de la priorité de passage pour les systèmes de transports publics, y compris de BHNS, est désormais éligible à une subvention de l'État.

#### c) Établissement de la tarification relative au BHNS

---

Le GT4 a réalisé une enquête auprès des projets de BHNS afin d'étudier deux thématiques propres à la tarification de ces systèmes : (i) cette tarification est-elle déterminée à partir des recettes et des coûts effectifs des lignes de BHNS ; et (ii) une distinction est-elle faite entre les services de BHNS et de bus classique ? Les réponses de 10 pays ont été recueillies ; le rapport d'enquête est intégré à la note de travail intitulée « Établissement de la tarification pour le transport de voyageurs et le BHNS » et disponible sur le CD ci-joint. Nos principales conclusions sont les suivantes :

- À l'heure actuelle, aucun BHNS européen ne fonde sa tarification voyageur directement sur le coût de production du service.
- Aucun BHNS européen ne fait actuellement appel à une formule explicite comme base de calcul technique à la tarification.
- *Aucun* site n'a mis en place une tarification distinguant le BHNS des autres services de bus.

Ceci signifie que les autorités n'ont pas cherché à profiter des potentiels gains financiers offerts par le BHNS, que ce soit en facturant plus cher un service de qualité supérieur permettant aux voyageurs de gagner du temps, ou en récupérant directement l'excédent supérieur dont bénéficient les exploitants.

Nous constatons l'absence de mécanisme d'ajustement automatique de la tarification générale du transport de voyageurs indexé sur les évolutions des coûts et des recettes à l'échelle unitaire ou globale. La tarification voyageur n'est donc pas directement liée aux évolutions des coûts, de la fréquentation ou du coefficient d'occupation résultant de la mise en œuvre du BHNS ou d'autres investissements. Les mécanismes d'établissement de la tarification actuels n'aboutiront pas à une tarification spécifique au BHNS. (Les observations figurant ci-dessus ne doivent en aucun cas être interprétées comme une opinion sur les stratégies d'établissement de la tarification ou la récupération de l'excédent réalisé par les opérateurs.)

### **3.- Organisation de l'exploitation des services de BHNS**

La fourniture et la sous-traitance des services de BHNS et de bus classique sont identiques et font appel aux mêmes procédures. Le cahier des charges appliqué aux véhicules de BHNS peut être spécifique dans certains cas, mais les lignes de BHNS sont malgré tout soumises aux procédures d'approvisionnement générales, souvent dans le cadre d'un contrat de services de bus urbains plus vaste. On constate que les services de BHNS sont gérés et contrôlés de la même manière que les autres services de bus, bien que certaines procédures d'exploitation spécifiques puissent être différentes. Nous n'avons pas observé de système de conduite d'opérations spécifique au BHNS. Les paramètres de performance et de qualité utilisés sont identiques pour les deux types de service.

De manière plus surprenante, on observe également que les **objectifs à atteindre** appliqués à ces paramètres sont également identiques entre le BHNS et les autres services de bus. La ligne Zuidtangent, au Pays-Bas, constitue ici une exception : des exigences de performances ont été établies lors du renouvellement du contrat. Pendant les 6 premières années, l'exploitation de la ligne Zuidtangent relevait en effet de la même concession et était soumise aux mêmes conditions que les autres lignes de bus. Lors du renouvellement du contrat en 2007, les paramètres de performance applicables sont restés identiques, mais se sont accompagnés d'une augmentation d'objectifs et standards à atteindre et de l'entrée en vigueur de pénalités spécifiques.

Nous remarquons qu'à l'issue d'une période nécessaire à la résolution des problèmes et à l'établissement de la fiabilité et des avantages réels du BHNS, les standards de performances exigés pourraient être relevés. Néanmoins, si l'infrastructure de BHNS se limite à une section d'une ligne, ou à un réseau unique, il est peu probable que la modification d'objectifs à atteindre se révèle utile.

Les caractéristiques de l'organisation de l'exploitation des services de BHNS sont disponibles en intégralité au sein du document rédigé par le GT4 et enregistré sur le CD ci-joint.



---

#### **4.-Modifications des contrats pour la mise en œuvre du BHNS**

Au lancement de l'enquête, nous nous attendions à ce que des ajustements spécifiques au BHNS soient nécessaires au niveau des contrats standard ou d'autres accords existants. Cette supposition était fondée sur les infrastructures améliorées, les véhicules, les services et les exigences liées à un niveau de service plus élevé. Cependant, dans la plupart des cas analysés, aucune modification contractuelle n'a été nécessaire pour la mise en œuvre de ces BHNS. Au sein des dispositions classiques existantes relatives aux modifications du service, il est possible que des conditions contractuelles ou leurs annexes aient été modifiées, notamment le cahier des charges relatif à l'itinéraire, le volume de service ou le nombre de véhicules et leur type. Deux conclusions alternatives sont possibles :

- La mise en œuvre d'un système de BHNS est toujours possible selon les dispositions des contrats existants, ou
- Jusqu'à présent, la mise en œuvre de BHNS est demeurée prudente en évitant de recourir à des modifications contractuelles tant que le concept n'a pas fait ses preuves et que son impact n'est pas entièrement maîtrisé.

La planification et l'exploitation du BHNS (de même que les trams roulants sur une voie réservée de type « A »), sont différentes de celles des services de bus classiques. Malgré la grande diversité de réglementation, d'approvisionnement, de financement et d'organisation existant, il est nécessaire de parvenir à une harmonisation et à un équilibre des règles stipulées dans les futurs contrats relatifs aux projets de BHNS. Les différents exemples offerts par les lignes QBC à Dublin et Manchester, TVM à Paris, Busway à Nantes, ZuidTangent à Amsterdam, ainsi que par les réseaux plus modestes, tels que Jönköping, Almere ou Enschede, peuvent nous orienter sur la méthode d'harmonisation à adopter pour ce service de transports publics urbain particulier. La ligne RetBus de Barcelona semble offrir un exemple probant de l'implication des deux acteurs principaux d'un tel projet, l'autorité organisatrice de transports et l'exploitant, en vue de l'amélioration des services de transports publics. Lors du financement des projets, il est important de mettre en œuvre des stratégies cohérentes ayant pour objectif l'augmentation de la part modale des transports en commun.

#### **3.6.6 Résultats issus des 35 études de cas de BHNS**

##### **1.- Performances mesurées des BHNS**

Comme décrit plus haut, la mise en œuvre de BHNS répond à des objectifs variés en Europe. Quelle que soit sa finalité, chaque système prévoit une augmentation de la fréquentation. En réalité, une fréquentation plus importante est une condition nécessaire à la réalisation des objectifs sociaux, environnementaux, économiques ou de transport. Par conséquent, deux questions permettent de juger si un projet de BHNS atteint ses objectifs :

- Le BHNS favorise-t-il efficacement l'augmentation de la fréquentation ?
- Quels sont les facteurs contribuant à cette augmentation ?

Les études de cas démontrent que les BHNS européens parviennent effectivement à une augmentation significative de la fréquentation. Dans certains cas, celle-ci a même doublé. Nous remarquons que les BHNS impliquent souvent des modifications importantes de la structure et du volume du service. Elles viennent s'ajouter aux améliorations en matière de temps de parcours et de qualité favorisées par les investissements sur l'infrastructure. Il est avéré que l'amélioration de chacune de ces caractéristiques permet d'augmenter la fréquentation. Cependant, une approche globale semble permettre d'aboutir à une augmentation de la fréquentation supérieure à la somme des augmentations offertes isolément par chacune des composantes de cette approche.

Afin d'illustrer les expériences européennes, un ensemble de 35 BHNS (dont 27 ont fait l'objet d'une visite) est présenté dans les tableaux 25 et 26 ci-dessous.

Le tableau 25 présente les caractéristiques essentielles des systèmes de BHNS, y compris la longueur totale du système et le pourcentage de voie réservée sur l'ensemble de la ligne, la nature des voies de circulation, la fréquentation journalière, les coûts d'infrastructure, la fréquence aux heures de pointe et une indication du temps maximum aux heures creuses.

City	System identity	Nature of running way	System Length (km)	% dedicated lane (km)	Passengers per day	COST € Million per km	Headway minutes Peak (Max)
Paris	TVM	Bus-only road	20	95% (19)	66 000	7,1	3,5-(15)
Rouen <sup>1</sup>	TEOR	Bus lane partly	29,8	60% (17,8)	20 000	4,5	2-(8)
Nantes <sup>2</sup>	BusWay®	Bus-lanes	7	87% (6)	27 500	7,4	3,5 -(20)
Lorient <sup>3</sup>	Triskell	Bus lane	4,6	85% (3,8)	9 000	6,7	10
Grenoble <sup>4</sup>	Ligne 1		8,9	70% (6,2)	20 000	0,8	5-(20)
Dublin <sup>5</sup>	QBC	Bus-lanes	14	59% (8,2)	34 000	4,5	2-( 3 )
Hamburg <sup>6</sup>	Metrobus	Bus-lanes	14,8	27% (3,9)	60 000	0,14	5-(10)
Oberhausen <sup>7</sup>	ÖPNV-Trasse	Bus lane	6,8	100% (6,8)	25 000	15	1-2
Essen <sup>8</sup>	Spurbus Lines	Partly segregated lane	16,4 and 12,2	76%, 67%	17 000	n/a	10
Lisbon <sup>9</sup>	Rua Junqueira	Partly segregated	3	(1)	27 000	n/a	2-3
Amsterdam <sup>10</sup>	Zuidtangent	Bus-only road,	56	66% (36,9)	32 000	6,15	6-(10 )
Utrecht	HOV line 11 and 12	Bus lane	6,8 5,7	100% (6,8) 50% (2,8)	20 000 25 000	1 12	5-(20) 2-(15) –
Almere <sup>11</sup>	10 lines	Bus lane	58	99% (-)	16 000	n/a	7-(30)
Purmerend <sup>12</sup>	Amsterdam - Purmerend	Bus lanes partly	20	40% (8)	30 000	n/a	5
Twente <sup>13</sup>	HOV line 2 and line 3	Bus lanes	30	90% (27)	1 318 1 250	3	5-10-(30)
Manchester	192 route (A6 corridor)	Dedicated lane partly	15,5	34% (5,2)	21 000	N/a	6-(10)
Leeds	fr Leeds	Segregated lane	3,7km (several kerb guidance sections)		7 250	2,7(£)	
Ebsfleet Kent Thameside <sup>14</sup>	Fastrack A and B	Dedicated lane partly	A: 10 ; B:15	56% (16,8)	B: 6 000	3 (£)	10-15
Cambridge <sup>15</sup>	The Busway	Kerb guided	40	57% (23)	20 000	3,4 (£)	20 -(30)
Prague	Line 213	99% Mixed traffic	10,25	0,16	18 000	0,03	6-(12)
Bucharest	main line	Bus lane	65,12	75%		N/a	7
Iasi	main line	Bus lane	60,40	12%		N/a	8
Brescia	LAM 1 and 2	85% mixed traffic	54,2 (28; 26,2)	13% (3,8; 3,4)	12 000	N/a	5-(12)
Prato	LAM: (1 blu, 2 verde, 3 rossa)	Bus-lanes	43,5 (16; 11; 16,5)	23% (2,4; 1,6; 6,1)	9 000, 5 600, 8 600	0,5	7-(15)
Athens	express airport line	Bus lane partly; 80% mixed traffic	38	19% (7,2)		N/a	15-22
Barcelona	route 64	Bus lane	21,8	80% (16,8)	15 300	0,5	6-(10)
Madrid <sup>16</sup>	Bus VAO	Tidal segregated lanes	16,1	24% (3,8)	18 000	3,3	8-(11)

Madrid	Line 27	Bus lane	8,32	100% (8,32)	43 900	N/a	2-4,5
Castellón <sup>17</sup>	TVRCAS	Segregated lane	2	100% (2)	3 200	11	5-15
Stockholm <sup>18</sup>	Blue Bus	Bus-lanes	40,4	30% (12,1)	40 000	0,7	4-(10)
Gothenburg <sup>19</sup>	TrunkBus	partly segregated	16,5	45% (7,4)	25 000	N/a	3-(10)
Jönköping <sup>20</sup>	Citybussarna	Partly segregated	39,2	8% (3,1)	18 000	0,26	10-(30)
Lund <sup>21</sup>	Lundalänken	partly segregated	6		6 300	3,3	5
Helsinki	Jokery line	Bus-lanes	27,5	35% (9,5)	30 000	N/a	3-7-(20)
Zurich	Bus line 31	Partly segregated	11,1	25% (2,8)	15 000	N/a	7,5-(10)

Table 25: Characteristics of 35 BHLS systems in Europe (Source: Case studies of the COST TU 0603 BHLS [www.bhls.eu](http://www.bhls.eu) )

Table 25 notes:

1. Rouen: TEOR compte 49 000 passagers/jour pour 3 lignes, 20 000 pour les deux plus fortes.
2. Nantes, le busway est la 4ieme lignes de tram. La prévision en passager a été dépassée.
3. Lorient, plusieurs lignes en tronç commun. La plus forte représente 10 000 passagers par jour.
4. Grenoble counts 20 wheelchairs within the passengers.
5. Dublin data is for the Malahide Road Quality Bus Corridor; there are other QBCs.
6. Hamburg data is for the MetroBus Line 5; there are other MetroBus lines. Cost is very low because it was a former tram line.
7. Oberhausen represents a trunk route for 1 tram line and 6 bus lines.
8. Essen data are for lines 146 (16,4 km) and 147 (12,2 km). They have 8,9 km of kerb guidance route, passengers are for the both lines, full length.
9. Lisbon has a common section for different bus routes
10. Amsterdam: the Zuidtangent is for 2 bus lines; ridership data is for the line 1.
11. Almere is a trunk network of 58 kilometers for 10 bus lines that was planned for the new town.
12. Purmerend is a link Axis N235 towards Amsterdam with tidal flow bus lanes, only used in peak direction. The three top lines have 5 minutes headway at peak hours.
13. Twente HOV (Hoogwaardig Openbaar Vervoer: High Value Public Transport; same signification for Utrecht) will represent 50km at final stage. Some sections have one bus every 5 minutes.
14. Kent Ebbsfleet Fastrack A and B will have an ultimate network of 40 km of which 75% dedicated. Passengers represent for line B 35 - 45 000 trips a week. Cost is given in £ with a Public Private Partnership (PPP)
15. Cambridge is a project opened in August 2011 that forecasts 20 000 passengers per day by 2016 for several bus lines. Cost is given in £ with a Public Private Partnership (PPP)
16. Madrid : Bus VAO is for high occupancy vehicles (including cars) that are allowed on the bus road and represent 76% of bus lane occupation with car-sharing. Data is for the 651 line into the A6 Motorway corridor where the right of way is at central insertion. There is a reversible (tidal) flow depending of the peak traffic direction (morning towards Madrid) 112 000 passengers into the A6 corridor.
17. Castellón represents the first part of a 2 lines BHLS of 22km (line1) and 18 km (line2). The estimated demand is 21 755 passengers per day for the whole system.
18. Stockholm represents a Trunk network of 4 lines for a total of 163 000 passengers per day (4 lines)
19. Gothenburg data is for route 16, there are other TrunkBus lines (65 000 into the trunk section with line 19).
20. Jönköping has 3 trunk lines passenger data is for the 3 lines (green, yellow and red).
21. Lundalänken (Lund Link) is a prioritized bus corridor for city and regional buses, partly segregated and with dedicated bus lanes when needed.

Le tableau 26 présente les changements en attractivité pour tous les 35 BHNS. Il montre des croissances de clientèle entre 20 et 134%. Il expose les facteurs explicatifs potentiels de ces taux de croissance :

City	System identity	BHLS Ridership Change *	Speed ** Change in Operating Speed ***	Peak-Period Headway Reduction	Network Restructuring in the corridor?	Strong Identity naming / Branding BHLS services	specific bus fleet	Major Tariff Restructuring as part of BHLS?
Paris -1	TVM	+ 7%	21/23 Significant	5 □ 3.5	Significant	Yes	No	No
Rouen	TEOR	+ 70%	17,5 Moderate	Yes	Major	Yes	Yes	No
Nantes	BusWay®	+60%	21/23 Moderate	Yes	Significant	Yes	Yes	No
Lorient	Triskell	-	17/21		No	Yes	No	No
Grenoble	Ligne 1	+ 58%	18/19			No	No	
Dublin -2	QBC	+125%	16,5/18,6 Major	Yes	Minor	No	No	No
Hamburg	Metrobus	+20%	15,9/21,7 Minor	Yes	Minor	Yes	-	No
Oberhausen	ÖPNV-Trasse	+ 46%	34 Significant	Yes	Yes	No	No	No
Essen	Spurbus Lines	-	16,7/30(guideway)			No	No	
Lisbon	Rua Junqueira	- -	-			No	No	
Amsterdam -3	Zuidtangent	+ 15%	35 Significant	Yes	Significant	Yes	Yes	No
Utrecht	HOV line 11 and 12	-	22,7			Yes	No	
Almere - 4	10 lines	+5%	24/25			No	No	
Purmerend - 5	Amsterdam - Purmerend	+3%	-			No	No	
Twente - 6	HOV line 2 and 3	:+30%	20,5 and 27			Yes	No	
Manchester - 7	192 route (A6 corridor)	+19%	16-18,4	Yes	Yes	No	Yes	
Leeds - 8	ftf Leeds	+75%	18,5 Significant		Yes	No	Yes	No
Ebsfleet Kent Thameside	Fastrack A and B	+60%	13,3 Moderate	Yes		Yes	Yes	No
Cambridge	The Busway	-	60 (guideway)			Yes	Yes	
Prague	Line 213	+3-5%	21,8		No	No	No	No
Bucharest	main line	-	13,4			No	No	
Iasi	main line	-	17			No	No	
Brescia	LAM 1 and 2	-	15/16			No		
Prato	LAM:	+57%	18 (+5%)	15 □ 7	Major	Yes	Yes	No
Athens	express airport line	-	32			No	Yes	
Barcelona	route 64	-	10/22			No	No	
Madrid - 9	Bus VAO	+70-100%	28,5/33,5	Yes	Minor	No	No	No

Madrid	Line 27	-	10,9/12,8			No	No	
Castellón	TVRCAS	-	18			Yes	Yes	
Stockholm	Blue Bus	+60%	15/18 Moderate	Yes	No	Yes	Yes	No
Gothenburg	TrunkBus	- +73%?	21 Moderate	Yes	Significant	Yes	Yes	No
Jönköping - 10	Citybussarna	+ 15%	21/23 Significant	Yes	Yes	Yes	Yes	
Lund - 11	Lundalänken	90% since 2004	n/a-	n/a	yes	Yes	No	No
Helsinki - 12	Jokery line	+100%	26/30 Significant	7 □ 5	No	Yes	Yes	No
Zurich - 13	Bus line 31	+100% week end night services	14,8/17,7		No	Yes	Yes	No

Tableau 26: Gains en clientèle avec certains facteurs en lien pour 35 BHNS en Europe - Source: COST BHLS [www.bhls.eu](http://www.bhls.eu) établie le 8 mars 2011.

\* La valeur de référence de croissance de la fréquentation du BHNS est généralement relevée avant la mise en œuvre principale du système de BHNS. Dans certains cas où des améliorations graduelles avaient été constatées les années précédentes, la valeur de référence tient généralement compte de ces améliorations. Les données fournies correspondent à une augmentation annuelle.

\*\* La vitesse correspond à une valeur moyenne ou aux valeurs min/max observées.

\*\*\* Dans certains cas, les données correspondent à une estimation de l'évolution des temps de parcours.

#### Notes explicatives relatives au tableau :

1. La ligne TVM de Paris a connu une augmentation de 287 % depuis 2003.
2. Les données relatives à Dublin correspondent à la ligne Malahide ; ensemble des QBC : +50 %.
3. Amsterdam : +110 à 115 % par an depuis 2002, +100 % en 2005.
4. Almere a connu une augmentation annuelle de 5 % de 2004 à 2009.
5. Purmerend a connu une augmentation annuelle de 3 % de 1995 à 2010.
6. À Twente, l'augmentation est de 50 % en semaine et de 70 % le samedi.
7. L'augmentation de l'ensemble des lignes QBC de Manchester est de 19 % sur 4 ans.
8. Leeds a connu une augmentation de 75 % entre 1995 et 2000.
9. Sur le couloir de l'A6, la ligne Bus VAO de Madrid a connu une augmentation de 100 % sur 3 ans et de 300 % depuis 1991. Sa part de marché est de 55 %. Les données de vitesse correspondent à la ligne 651. Sur le couloir autoroutier, le bus circule à une vitesse comprise entre 70 et 90 km/h.
10. À Jönköping, une croissance de 25 % est prévue pour les années à venir.
11. Lund a connu une croissance de 90 % depuis 2004, mais celle-ci est plus liée à l'expansion urbaine et à la présence d'un grand nombre de lignes qu'à l'infrastructure.
12. À Helsinki, l'augmentation atteint 150 % depuis 2003, et s'élève à 10 % par an depuis 2006. Les données de vitesse correspondent aux heures de pointe.
13. Zurich : croissance de 100 % pour les services de nuit circulant le week-end.

## 2.- Amélioration urbaine due à la mise en œuvre d'un système de BHNS

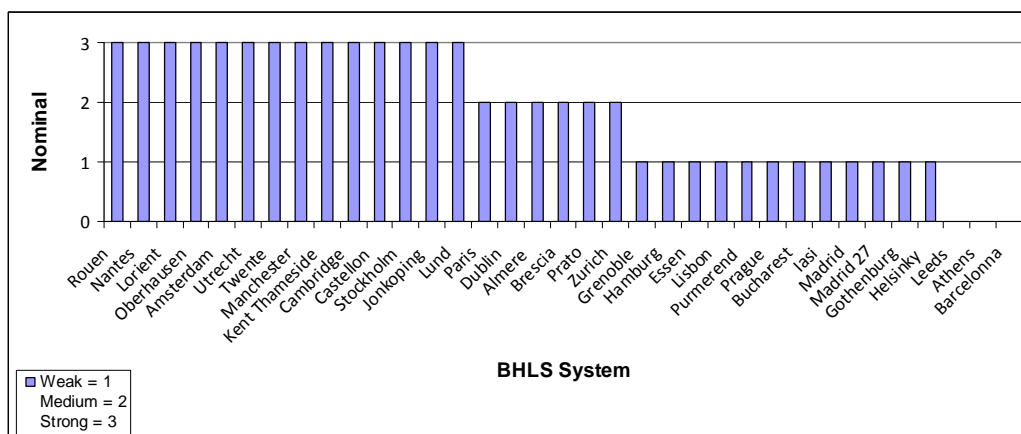


Figure 30 : Efforts d'amélioration de l'environnement urbain le long de la ligne (tout au moins à proximité des arrêts) (source : 35 études de cas de l'action COST TU 0603 BHNS)

Les 35 sites de BHNS composant notre échantillon peuvent être classés selon le degré d'amélioration urbaine réalisé dans le cadre de la mise en œuvre du projet de BHNS. Nos études de cas reposent sur le barème suivant : aucune amélioration = 0 ; faible amélioration = 1 ; amélioration moyenne = 2 ; amélioration substantielle = 3 (dans certains cas (p. ex. Nantes, Utrecht, Rouen) nous observons un degré d'amélioration similaire au niveau constaté lors de la mise en œuvre d'un projet de tram). Le tableau est disponible en intégralité sur le CD ci-joint.

Nous observons que la mise en œuvre d'une ligne de BHNS conduit souvent à une amélioration de l'espace urbain, dont le degré d'aboutissement est cependant variable. Dans plus de la moitié des cas (54 %), l'amélioration de l'espace public est moyenne à substantielle.

12 projets de BHNS (34 %) issus de notre échantillon se sont accompagnés d'une **amélioration substantielle de l'espace urbain** (principalement en France, aux Pays-Bas, en Suède, au Royaume-Uni et en Espagne). Il s'agit des projets de Rouen, Nantes, Amsterdam, Twente, Kent Fastrack, Lorient, Oberhausen, Utrecht, Cambridge, Castellón, Jönköping et Lund.

20 % des projets de BHNS étudiés se sont accompagnés d'une amélioration moyenne de l'espace urbain.

13 projets de BHNS étudiés (37 %) se sont accompagnés d'une faible amélioration de l'espace urbain. Il s'agit des projets de Grenoble, Hambourg, Essen, Lisbonne, Purmerend, Manchester, Prague, Bucarest, Lasi, Madrid (lignes Bus VAO et 27), Göteborg et Helsinki.

### 3.- Principaux résultats et analyses :

La recherche menée par le GT4 a permis de rassembler les informations disponibles et d'en recueillir de nouvelles grâce à des enquêtes et des demandes soumises aux sites concernés. Nous reconnaissons pleinement ne pas disposer de données comparatives complètes pour l'ensemble des sites, ni des ressources suffisantes pour réaliser une analyse approfondie. Malgré ces réserves, nous proposons les observations suivantes :

- Toutes les études de cas de BHNS démontrent une forte volonté politique d'amélioration des transports en commun et un choix de concrétiser cet objectif au moyen du bus (parfois en association avec d'autres modes).
- La mise en œuvre du BHNS ne nécessite pas de modification de la législation ou des contrats relatifs aux transports en commun. Elle n'exige pas de restructuration majeure de la circulation.
- L'intégralité des projets de BHNS visités et étudiés ont connu une augmentation de leur fréquentation. Cette croissance est extrêmement variable, avec des taux observés s'étendant entre 15 et 150 %.
- Il convient de remarquer que ce niveau de croissance est généralement obtenu à l'issue d'une période de plusieurs années nécessaire à la reconnaissance et à la maturation des systèmes. La croissance annuelle varie de 3 à 20 % (d'après l'analyse d'une ligne de BHNS sur un corridor unique).

- La fréquentation quotidienne d'un BHNS varie de 5 000 à 66 000 voyageurs par jour (TVM, Paris). Ces données correspondent à des corridors individuels et sont susceptibles de tenir compte de plusieurs itinéraires/lignes partageant le même tracé. Nous remarquons que ces fréquentations sont comparables ou supérieures à celles de nombreux systèmes de tramway ou de BRT nord-américains.
- Répartition des BHNS par tranches de fréquentation : moins de 10 000 = 5 systèmes ; de 10 à 20 000 = 10 systèmes ; de 20 à 30 000 = 7 systèmes ; plus de 30 000 = 6 systèmes.
- Les BHNS offrent systématiquement une amélioration de la fréquence et du volume de service.
- Dans de nombreux cas, le réseau et les lignes appartenant au corridor du BHNS ont fait l'objet d'une restructuration.

Tous les BHNS sont plus rapides que les bus classiques :

- Dans de nombreux cas, le BHNS offre une amélioration des temps de parcours et de la vitesse commerciale, qui s'échelonne de 14,8 à 27 km/h **en exploitation urbaine**. Les sites propres protégés (Amsterdam, Cambridge) ou les infrastructures autoroutières (Madrid) permettent d'aboutir à des vitesses supérieures.
- Dans quelques cas, l'amélioration est faible en matière de vitesse/temps de trajet, mais elle est conséquente en ce qui concerne la fiabilité et la régularité.
- < 15 km/h : 5 systèmes ; de 15 à 20 km/h : 13 systèmes ; de 20 à 30 km/h : 10 systèmes ; > 30 km/h : 4 systèmes (y compris le BHNS guidé de Cambridge, qui offre une vitesse commerciale de 60 km/h)
- 13 des BHNS de notre échantillon sont concernés par une évolution de la vitesse. Cette évolution est qualifiée de majeure pour 1 système (Dublin), de significative pour 6 systèmes (Paris, Oberhausen, Amsterdam, Leeds, Jönköping et Helsinki) et de modérée pour 5 systèmes (Ebbsfleet Kent, Stockholm, Göteborg, Rouen et Nantes).
- La longueur d'une ligne de BHNS peut varier de moins de 5 km à plus de 30 km.
- < 5 km = 4 systèmes ; 5 à 10 km = 6 systèmes ; 10 à 20 km = 9 systèmes ; 20 à 30 km = 5 systèmes ; > 30 km = 8 systèmes (la longueur du réseau ayant une influence pour 5 d'entre eux : Brescia, Prato, Jönköping, Stockholm et Twente).

Les coûts infrastructurels sont extrêmement variables. Ils s'échelonnent entre 100 000 et 15 millions d'euros par km :

- de 100 000 €/km pour les projets dont l'investissement dans des voies réservées ou en site propre est minimal (p. ex. Hambourg, Jönköping), à 15 M€/km lorsque le système est équipé d'une voie guidée comme à Oberhausen ou Castellón, ou qu'une voie réservée séparée est construite, comme à Utrecht, Nantes, Paris, Lorient ou Amsterdam. Des travaux de génie civil, tels que la construction de ponts ou de viaducs, ont été nécessaires pour ces systèmes, augmentant ainsi l'investissement requis.
- Tous les systèmes adoptent une identité propre, la plupart d'entre eux se dotant même d'une marque spécifique et d'un parc de véhicules dédié.
- Identification des bus : 17 BHNS ont créé un produit unique doté d'une marque propre, cherchant ainsi à se démarquer clairement des autres services de bus. Les 18 BHNS restant visent une augmentation de la qualité. Certains adoptent une marque sans toutefois chercher à se différencier du reste du réseau de bus.

Le marketing, l'image et le repositionnement du produit constituent des éléments importants des BHNS. Ils sont perçus comme des **projets phares des autorités de transports publics**. Ceci est particulièrement vrai lorsque le bus constitue le mode de transport principal du réseau urbain concerné.

Il apparaît clairement que le BHNS est parvenu à une augmentation de la fréquentation, atteignant ainsi un grand nombre de ses objectifs. Malgré ce résultat, on constate un manque cruel de recherches structurées sur les facteurs individuels et associés qui sont à l'origine de l'augmentation de la fréquentation. Une telle recherche doit être menée au plus tôt afin de (a) servir de soutien aux futurs projets ; (b) offrir une meilleure compréhension des priorités à cibler en matière d'investissement ; et (c) de fournir un feedback et des données concrètes sur l'efficacité des investissements consentis pour le BHNS.

---

#### 4.- Impacts du BHNS

De manière analogue à tout autre projet de transport, les impacts de la mise en œuvre réussie d'un projet de BHNS sont multiples. Idéalement, une mise en œuvre réussie d'un système de BHNS parvient à atteindre tous les objectifs énoncés tout en évitant d'entraîner des effets indésirables ou involontaires.

Il est possible de regrouper les impacts d'un projet de BHNS en cinq catégories :

- Performances : p. ex. fiabilité de service, qualité, fréquentation.
- Système de transport : p. ex. part modale, efficacité globale du réseau, consommation énergétique et émissions du secteur des transports.
- Société : p. ex. accès au lieu de travail, équité sociale, exclusion sociale.
- Urbanisme : p. ex. modèle d'usage des sols, valeur des terrains et de l'immobilier, économie urbaine.
- Valeur économique : p. ex. affectation du budget des investissements post-mise en œuvre d'un point de vue socio-économique, analyse structurée de l'impact.

Il est reconnu que les systèmes de transports urbains exercent une influence sur un éventail très large de facteurs tels que ceux cités ci-dessus. Ces impacts peuvent être positifs lorsque la conception et la mise en œuvre du système de transport sont réussies, ou négatifs lorsque ce dernier ne satisfait pas toutes les exigences et vient entraver d'autres aspects relatifs à la société ou à l'aire urbaine.

Les projets de transport importants adoptent généralement des objectifs dont la portée dépasse les simples performances du système. Les dépenses publiques associées sont souvent justifiées par les avantages obtenus à une échelle sociale et urbaine plus large. Dans certains cas, ceci s'explique par le fait que les avantages directs obtenus uniquement au niveau des transports peuvent ne pas être suffisants pour satisfaire les critères d'essai standard.

Une question émerge alors : les projets de BHNS sont-ils en mesure de parvenir aux objectifs affichés selon le critère direct des performances/des transports aussi bien que selon les critères de nature sociale/urbaine ? Si c'est le cas, nous devons alors savoir dans quelle mesure, et si le niveau indiqué dans les documents justifiant le projet est atteint.

Le GT4 de l'action COST TU603 s'est penché sur cet enjeu d'une part en menant une analyse des conditions de mise en œuvre du BHNS, et d'autre part en réalisant une enquête d'envergure modeste auprès des sites de BHNS participants. Les résultats obtenus sont résumés ci-dessous :

- Les éléments attestant de l'impact positif significatif des facteurs de « *performances* », telles la vitesse commerciale, la fiabilité, l'augmentation de la fréquentation, l'amélioration de la qualité, etc. sont nombreux. Tous les projets de BHNS adoptent naturellement ces facteurs comme critères de mesure. Ceux-ci sont présentés dans le tableau ci-avant et font l'objet d'une description détaillée dans le document rédigé par le GT4 disponible sur le CD ci-joint.
- Les éléments de preuve de l'impact d'un « *facteur de transport* » sont limités. Les évolutions de la part modale issues de l'adoption du BHNS sont parfois documentées pour le corridor concerné, mais ne font pas l'objet d'une évaluation à l'échelle du réseau. Les éléments démontrant les impacts d'un projet de BHNS sur la consommation énergétique et les émissions sont très limités.
- En outre, les preuves d'une influence des projets de BHNS sur les facteurs sociaux ou urbains sont rares ou inexistantes. Il ne faut pas en déduire que l'influence des projets de BHNS sur ces facteurs est nulle : ces résultats attestent tout simplement d'un manque d'éléments probants, quelle que soit leur forme. Ces données demeurent inconnues.
- Les enquêtes menées indiquent que ces facteurs ne sont pas mesurés dans le cadre des projets de BHNS, bien qu'une telle pratique soit la norme pour les projets ferrés. Quelques exceptions sont à noter, p. ex. les prix de l'immobilier pour la ligne Fastrack, mais leur caractère exceptionnel empêche toute étude comparative.
- L'étude des conditions de mise en œuvre a déjà mis en évidence la méthode d'évaluation plus complète adoptée pour les projets ferrés par rapport aux projets de BHNS. Les impacts



---

sociaux, urbains et économiques sont pris en compte dans l'évaluation préalable d'un projet ferré, alors qu'ils sont ignorés, ou en tous cas non quantifiés en termes financiers, dans le cas du BHNS.

- Dans le cas des projets ferrés, ces facteurs sont généralement mesurés après la mise en œuvre : il existe ainsi un corpus substantiel de preuves quantifiées attestant des impacts positifs des investissements réalisés dans les systèmes ferrés urbains.
- Il a été remarqué que les Ministères des Finances (ou leur équivalent) de la plupart des pays de l'UE appliquent des valeurs seuil aux évaluations pré- et post-mise en œuvre : lorsque le budget d'un projet dépasse ce seuil, une évaluation socio-économique complète est alors obligatoire. Ces seuils se situent dans une fourchette de 50 à 100 millions d'euros.
- Il semble que la quasi-intégralité des projets d'infrastructure ferrée dépasse ce seuil, entraînant ainsi une évaluation plus approfondie qui produit naturellement une plus grande richesse d'informations.
- À l'inverse, les projets de BHNS se situent invariablement sous le seuil fixé et n'exigent donc qu'une évaluation post-mise en œuvre limitée. En l'absence d'obligation, ces procédures ne sont ni budgétisées ni réalisées, conduisant ainsi à un manque cruel d'informations.
- Les projets de BRT réalisés de par le monde souffrent d'un manque de données d'envergure similaire. On constate l'émergence récente de quelques évaluations des facteurs sociaux et urbains, qui démontrent notamment les impacts positifs du BRT sur les valeurs foncières et les investissements, ainsi que sur l'acceptation par les usagers (p. ex. Cain et Flynn, 2010), mais ces études demeurent limitées.
- Malgré les nombreux projets de BHNS mis en œuvre en Europe, et de BRT ou BRT lite lancés dans le monde entier, les élus et les décideurs ne disposent toujours pas d'informations substantielles sur les impacts (le cas échéant) exercés par les projets de transport fondés sur le bus d'un point de vue social et urbain. Par exemple, ils ne disposent pas d'éléments probants leur permettant de juger si un projet fondé sur le bus est susceptible de favoriser le développement de projets immobiliers, de contribuer à une intensification de l'usage des sols, d'attirer de nouvelles entreprises ou de stimuler l'économie locale. Pas plus qu'ils ne disposent d'éléments probants leur permettant de juger si un projet fondé sur le bus est en mesure de contribuer de manière significative au développement de l'emploi, à la lutte contre l'exclusion sociale ou à l'amélioration de la qualité de vie.
- Le GT4 préconise de s'affranchir de ce déficit de connaissances en ayant recours à une évaluation des impacts du BHNS allant au-delà des simples facteurs directs de performances. Idéalement, il conviendrait que cette méthode devienne obligatoire pour l'ensemble des projets de BHNS, même ceux dont le budget n'atteint pas le seuil fixé, au moins pendant les quelques années nécessaire à la collecte d'un corpus de données suffisant.
- Le GT4 ne présume pas des résultats de telles mesures, pas plus qu'il ne prétend que les projets de BHNS ont un impact significatif sur une partie ou sur l'ensemble de ces facteurs, ou que ces impacts sont comparables à ceux des investissements relatifs à un projet ferré. Le seul fait établi est que personne n'est actuellement en mesure de répondre à ces problématiques.



*Helsinki: la ligne suburbaine Jokeri, la couleur bleue à chaque station avec une information dynamique – La voie dédiée est ici partagée avec les taxis.*

---

### 3.7 Le BHNS parmi d'autres solutions: perspectives à l'issue de 40 ans de recherche et de développement dans le domaine des transports publics

L'objectif de cette section<sup>60</sup> est de proposer un panorama de quelques tendances suivies au cours des 40 dernières années par la recherche et le développement dans le domaine des transports publics urbains, afin de mettre en évidence certaines conclusions susceptibles d'être bénéfiques pour le développement du BHNS et pour son évolution dans les années qui viennent. Le contexte est le suivant : même si le BHNS est souvent observé à la lumière du BRT, il peut également être étudié à travers l'évolution des transports publics urbains en France et en Europe. La concurrence entre le BHNS et le tram ne constitue qu'un aspect limité de cette problématique.

Dans le domaine des transports publics urbains, l'innovation peut se résumer à la chronologie simplifiée suivante, selon laquelle quatre périodes distinctes peuvent être identifiées, en faisant abstraction des quelques chevauchements inévitables.

- 1970-1980 : invention de « nouveaux modes de transports » automatiques, dont la complexité décroît : PRT (Personal Rapid Transit), suivi d'ARAMIS, puis des métros automatiques légers, tels que le système VAL en France, ou d'autres systèmes mis en œuvre en Amérique du Nord, au Japon et en Europe ;
- 1980-1990 : débuts de la réintroduction du tramway dans certaines villes ;
- 1990-2000 : nouveaux concepts, appelés « systèmes intermédiaires », mais correspondant en réalité à trois types différents de systèmes guidés sur pneus (transport en surface) ;
- 2000-2010 (en particulier 2005) : définition du concept de BHNS, « Bus à haut niveau de service ».

Il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble des modes de transport sur une période étendue. La complexité évolue : aujourd'hui, elle est moindre pour le système ou le concept en lui-même, mais elle est supérieure au niveau de ses interfaces, ainsi que dans certains nouveaux composants.

#### **Quarante ans de recherche et de développement dans le domaine des transports publics urbains entièrement automatiques**

À partir de 1970, et pendant quelques années, les transports publics urbains entièrement automatiques ont été considérés comme une potentielle solution universelle, contribuant ainsi à retarder le retour du tramway et l'amélioration des réseaux de bus. Mais la diffusion d'une telle solution s'est avérée difficile, principalement en raison des réticences des villes à accepter les voies aériennes et du coût élevé des tunnels (ou de l'effet de coupure pour les solutions en surface). Dans le contexte européen, cette solution s'est cependant révélée adéquate dans certains cas spécifiques, qui comprennent les métros et mini-métros, afin d'augmenter l'attractivité du système aux heures creuses, ainsi que les systèmes couvrant des distances courtes à moyennes pour lesquels une fréquence importante est nécessaire. La concurrence entre ces systèmes et le tram est bien sûr plus importante qu'avec le BHNS. Dans certaines villes où le tram a été préféré au VAL (p. ex. Strasbourg et Bordeaux), la possibilité de construire un réseau de tram s'appuyant sur plusieurs lignes plutôt qu'une ou deux lignes de VAL a constitué un argument en faveur de cette solution. Aujourd'hui, cette problématique pourrait être transposée au choix entre le tram et le BHNS, bien que le contexte soit différent et l'écart de coût plus faible entre deux systèmes en surface par rapport à une comparaison entre un système en surface et un système souterrain. Il convient de

---

<sup>60</sup> Par Claude Soulas, IFSTTAR - GRETTIA.

---

garder à l'esprit le délai important nécessaire à la maturation de tels systèmes innovants : dans le cas du VAL, l'apparition du système NEOVAL, doté d'un système de guidage optimisé, a attendu 40 ans.

### **Nouveaux systèmes guidés sur pneus<sup>61</sup>**

La chronologie simplifiée du développement de nouveaux systèmes équipés d'un guidage mécanique est la suivante :

- Guidage latéral par bordure (au-dessus du plan de roulement) : O-Bahn (Essen), bus guidés ;
- Rail central, guidage vertical : GLT / TVR à Nancy et Caen ;
- Rail central, guidage oblique « en V » : Translohr à Clermont-Ferrand, en Italie, en Chine, etc.

La chronologie simplifiée du développement de nouveaux systèmes équipés d'un dispositif de guidage dit « immatériel » est la suivante :

- Filoguidage : expériences antérieures à Fürth (Allemagne), mise en œuvre dans le tunnel sous la Manche pour le véhicule de service, le contexte étant différent de celui des transports publics urbains ;
- Guidage optique : TEOR à Rouen, CIVIS à Castellón,
- Guidage électronique (enregistrement de la trajectoire et transpondeurs) : PHILEAS à Eindhoven, EVEOLE à Douai.

### **Complexité des systèmes : quelques conclusions tirées des systèmes automatiques et des systèmes dits « intermédiaires » (p. ex. le TVR)**

Les interactions entre la complexité des systèmes (dotés p. ex. de nouvelles fonctions) et celle de la réglementation en matière de sécurité sont à l'origine de nombreux problèmes. C'est actuellement le cas du système EVEOLE de Douai (une évolution du système PHILEAS construit à Eindhoven) : il combine plusieurs innovations dans les domaines du guidage, de l'orientation des roues, de la motorisation, de l'hybridation et de la légèreté de construction. Dans les années qui viennent, l'apparition de véhicules de BHNS innovants éventuellement dotés de nouvelles fonctions, p. ex. des bus de 24 m de long à capacité variable, pourrait le cas échéant occasionner ce genre de problèmes.

L'influence du contexte ou de l'environnement général du système est importante. Par exemple, malgré une expérimentation satisfaisante à Rochefort en Belgique, les projets français de TVR ont connu certains problèmes suite à une modification de la conception du véhicule en vue de l'obtention d'un plancher bas.

### **Plusieurs tentatives en matière de bimodalité**

L'action COST 303 relative à la bimodalité énergétique a été menée aux alentours de 1980. Les rapports finaux, intitulés « Évaluation technique et économique des programmes de trolleybus bi-mode », ont été publiés en 1985. Seuls les trolleybus bi-mode, c'est à dire dotés de deux motorisations complètes ou de deux types d'alimentation, étaient ici concernés. La coordination de cette action a été assumée par l'IRT de Paris (institut ayant précédé l'INRETS), avec la contribution du SNV de Hambourg.

Très peu de mises en œuvre de trolleybus bi-mode ont suivi cette action COST : seul le système de Nancy, abandonné aujourd'hui, a notamment vu le jour en France.

On peut considérer la bimodalité associée au guidage mécanique comme une tentative de combinaison des avantages des véhicules guidés (moindre consommation d'espace, réduction des lacunes aux stations, etc.) et non guidés. Cependant, on constate les éléments suivants :

- Ce système est généralement soumis à des limites : longueur de véhicule maximale de 24 m ;

---

<sup>61</sup> Réf. : Les transports guidés sur pneus dits « systèmes intermédiaires » dans le contexte de l'innovation en transport collectif urbain – Claude Soulas - oct./déc. 2003 – Transport Urbain – version française disponible sur le CD.

- Dans le cas du système O-Bahn ou des bus guidés dont les véhicules reposent sur un système simple, la bimodalité est opérationnelle, mais le guidage par bordure présente des inconvénients : croisement impossible des voies équipées de guidage, rayon de courbure, etc. ;
- Le TVR élimine les inconvénients du guidage par bordure (grâce à des rails situés sous le plan de roulement) mais la complexité du véhicule augmente (faible niveau de fiabilité) et la mise en œuvre de la bimodalité est difficile.

Bimode à l'origine, le système Translohr a rapidement abandonné cette solution : il consiste aujourd'hui en un tramway sur pneus.

La tentative de développer des systèmes bimodes illustre bien la complexité associée au concept de flexibilité, auquel on a souvent recours pour décrire des notions différentes.

### **Différents niveaux de flexibilité : quelques avantages à nuancer**

D'un point de vue technique, on peut considérer la flexibilité offerte par les pneus sur tous les types de bus (BHNS et autres) ainsi que sur les trams sur pneus (de type Translohr). Cette solution constitue un avantage pour les pentes de plus de 10 % (généralement limitées à 13 % pour des raisons de confort), ainsi que pour les faibles rayons de courbure, même si ces derniers sont à éviter dans le cas des systèmes à hautes performances afin de maintenir la vitesse commerciale à un niveau suffisant.

La notion de flexibilité s'applique également à l'itinéraire. Celle-ci doit être évitée afin de favoriser l'identification de la ligne et l'urbanisation. **Le BHNS est un système de bus qui perd en flexibilité dans le but d'améliorer son efficacité.**

En cas de perturbations, la flexibilité peut rester un avantage du BHNS. Dans le cas du tram, dont la ligne exige un niveau de protection supérieure, deux cas se présentent : les trams modernes sont bidirectionnels afin d'être en mesure de circuler sur une portion de ligne ; certains trams anciens sont quant à eux monodirectionnels, mais s'appuient sur un réseau de plusieurs lignes sur lesquelles ils peuvent être déviés en cas de perturbation (p. ex. Bâle, Dresde).

La flexibilité relative à l'utilisation des lignes apparaît lorsque plusieurs lignes de bus utilisent la même voie. Certaines villes font également cohabiter le bus et le tram sur la même voie.

La flexibilité en matière d'investissement est un autre aspect qui serait à discuter.

### **Familles de transports publics urbains en Europe**

Il existe une grande variété de systèmes de transports publics urbains, dont l'adaptation aux différents contextes est variable et dont le développement est plus ou moins abouti :

- Systèmes à la demande (taxi collectif, minibus, etc.) : il s'agit ici d'une mise en œuvre véritable de la notion de FLEXIBILITÉ. En raison du coût élevé des conducteurs dans le contexte européen, la mise en œuvre de cette solution doit se limiter à un service complémentaire au réseau classique dans des zones et à des horaires spécifiques.
- Bus classique
- BHNS et tram léger (sur roues fer ou pneus)
- LRT (dit « métro léger ») /tramway
- Métro classique, pour une fréquentation (très) importante
- Systèmes automatiques classiques en site propre intégral
- PRT (Personal Rapid Transit) : un concept ancien qui est encore parfois défendu aux États-Unis et ailleurs, bien que la plupart des experts considèrent cette solution comme peu réaliste lorsqu'il s'agit d'établir un réseau urbain complet, et non un nombre très restreint de stations dans un aéroport.
- Des recherches sont menées dans le domaine des STI (systèmes de transport intelligent) afin de promouvoir de nouvelles solutions tels que les systèmes entièrement automatisés de surface (voitures automatiques ou « cybercars », bus automatiques, etc.). Ces solutions exigent des investissements moindres que les PRT

---

car elles ne nécessitent pas de, site propre intégral mais elles sont par ailleurs sujettes à de nombreuses difficultés au niveau des règles de sécurité, de la cohabitation avec les autres véhicules et les piétons, etc.

### **Comparaison du BHNS et du tram**

Le choix du BHNS ou du tram ne doit pas reposer uniquement sur une comparaison des coûts. Par exemple, une telle comparaison, menée il y a trente ans pour le réseau de la ville d'Erlangen (Allemagne), est parvenue à la conclusion qu'un système H-Bahn entièrement automatisé reviendrait moins cher qu'un système de bus. L'étude reposait cependant sur l'hypothèse d'une fréquence d'1 minute aux heures de pointe, un scénario qui représente des coûts d'exploitation importants pour un système de bus circulant en centre-ville.

Par rapport à d'autres études, la comparaison des coûts de la FGSV (publiée en 2008) coordonnée par V Deutsch (université de Wuppertal) présente deux avantages significatifs :

- Elle évite les comparaisons qui n'ont pas de sens, en veillant autant que possible à sélectionner des conditions similaires ;
- Elle a limité la portée de la comparaison à une fréquentation raisonnable correspondant à un contexte européen.

Le choix de certains paramètres demeure bien sûr difficile et les résultats dépendent du contexte. Une comparaison prudente du BHNS et du tram parviendrait aux conclusions suivantes :

- En prenant comme critère les coûts totaux sur une période de 30 ans, un système de BHNS bi-articulé de 24 m fonctionnant au diesel peut s'avérer sensiblement moins onéreux qu'un tram (30 % étant envisageable en fonction des hypothèses choisies), mais pas deux fois moins cher.
- Dans le cas d'un trolleybus BHNS bi-articulé de 24 m, les coûts totaux sont comparables à ceux du tram dans certaines conditions, si l'on considère un intervalle de 5 minutes pour les trolleybus et un intervalle de 8 minutes pour le tram.

Certains éléments n'ont pas été pris en compte parce qu'ils sont difficiles à quantifier en matière de coût, par exemple la largeur plus faible des voies de tram, qui constitue un avantage significatif dans certaines villes.

La comparaison globale des coûts souligne l'importance de certaines questions telles que le coût des chaînes de traction électriques aussi bien pour le tramway que pour le BHNS électrique (trolleybus). En France et en Allemagne, la question d'une utilisation accrue de l'électricité pour les transports publics et privés constituera un sujet important dans les années à venir.

La problématique du financement des transports publics est un autre sujet prépondérant à court terme : même si le coût global au km du BHNS peut s'avérer plus économique que celui du tram dans certaines conditions, l'objectif est une augmentation significative de la longueur des réseaux ; les fonds destinés aux transports publics ne devraient donc pas être réduits.

### **BHNS et tram : plus de points communs que de différences**

Le BHNS et le tramway représentent deux concepts de transport de nature relativement similaire. La multiplication des mises en œuvre de ces deux solutions (ce qui ne signifie pas que le tram doit être implanté dans toutes les villes) associée au développement d'une recherche conjointe applicable aux deux systèmes pourrait permettre de parvenir à une synergie :

- Composants communs : conception des arrêts, chaînes de traction électriques pour les trolleybus (BHNS électriques) et les trams ;
- Optimisation de l'itinéraire : impact important de la distance interstation et de la diminution des courbes sur l'efficacité du système ;
- Usage des sols / voies réservées : acceptation, conception, problématiques de sécurité par rapport aux piétons, etc.
- Conception du réseau, intermodalité, évaluation des limites des parcs relais (effets

---

pervers), complémentarité avec les autres transports en commun, le vélo, la voiture, les taxis, etc. ;

- Capacité d'une ligne de BHNS à évoluer en une ligne de tram ou en une ligne de trolleybus en fonction du contexte ;
- Modération de la circulation automobile et de son impact sur l'attractivité des transports en commun dans un contexte selon lequel le développement des voitures dites « vertes » et des véhicules électriques joue en faveur de l'utilisation des voitures particulières en ville ;
- Nouvelles approches du financement des transports en commun : association de plusieurs solutions.

### **Un défi pour les BHNS dans l'UE**

Sur la base de nos recherches, il semble raisonnable d'affirmer que, dans certaines circonstances, le BHNS est potentiellement en mesure d'améliorer les TC dans les aires urbaines.

Il semble également que le potentiel du BHNS puisse être important en ce qui concerne le nombre de lignes, sous certaines conditions :

- Le concept et les véhicules doivent demeurer simples, bien que certaines innovations puissent être introduites ;
- Il convient d'éviter de se concentrer sur le nombre relativement réduit de lignes mettant le BHNS et le tram en concurrence (découlant parfois d'un choix politique / de l'estimation difficile de l'augmentation de la fréquentation à moyen terme) si l'objectif est l'amélioration d'un nombre de lignes de bus important ;
- Dans un contexte d'évolution de l'ensemble des modes, l'objectif de l'action COST consiste moins à déclarer que le BHNS est la meilleure solution qu'à étudier les moyens d'amélioration du BHNS à différents niveaux ;
- Une synergie existe avec le tram, qui repose sur la même « philosophie de transport », contrairement aux nouvelles alternatives telles que les voitures électriques particulières ou publiques (p. ex. Autolib) et le covoiturage, qui s'avèrent parfois utiles mais peuvent avoir des effets pervers : utilisation partagée des couloirs bus difficile, augmentation de la dépendance automobile, moindre prise en compte de la nécessité d'une évolution de l'urbanisme.

---

## 4. Recommandations et propositions de recherche

*Dans cette section, nous revenons sur l'analyse des 35 sites de BHNS étudiés et sur la somme des expériences que ceux-ci ont permis d'acquérir. Ce bilan est réalisé selon trois axes :*

- *Expérience acquise sur la préparation et la mise en œuvre de BHNS. Cette analyse inclut les obstacles essentiels relevés, les points constituant des défis techniques et les aspects nécessitant une attention particulière.*
- *Recommandations destinées aux décideurs et aux hauts fonctionnaires. Celles-ci sont regroupées aux niveaux européen, national, régional et urbain.*
- *Propositions de recherche.*

### 4.1 Expérience acquise sur la préparation et la mise en œuvre de BHNS

Il convient en premier lieu de faire remarquer que, malgré les quelques difficultés observées au cours de l'analyse, qui ne sont pas toujours liées au choix du bus en lui-même, la mise en œuvre du BHNS s'est généralement avérée réussie dans les 35 sites (répartis dans 14 pays européens) décrits dans ce document. D'autres BHNS sont en préparation dans d'autres villes européennes et dans les villes déjà équipées d'un BHNS. Parmi celles-ci, on trouve :

- Certaines des agglomérations les plus importantes d'Europe (Paris, Madrid, Barcelone, Hambourg, Stockholm, Dublin), de même que des villes de taille moyenne (Göteborg, Cambridge, Nantes) et plus réduite (Almere, Lund, Prato, Utrecht, Lorient, Jönköping, Castellón).
- Des villes disposant de réseaux de métro et de tram étendus (Amsterdam, Madrid, Paris, Stockholm, Hambourg), associant le tram et le bus (Göteborg, Nantes, Zurich), ou principalement desservies par le bus (Dublin, Lund, Jönköping, Almere).
- Des itinéraires urbains (34 %) (Castellón), des lignes radiales reliant la périphérie au centre-ville (37 %) (Dublin, Nantes, Madrid, Zurich, Essen), des itinéraires périphériques/tangentiels (Amsterdam, Paris) et des réseaux d'itinéraires locaux (Almere, Purmerend).
- Des cadres organisationnels et réglementaires variés : (quasi-) monopole du secteur public (Dublin, Hambourg, Madrid, Paris), contrats municipaux (Nantes, Rouen), concurrence régulée dans des zones ou sur des itinéraires spécifiques (Amsterdam, Göteborg) et marchés déréglementés (Kent, Leeds).

Ces cas contribuent à fournir des informations solides sur le BHNS :

- Le BHNS peut être mis en œuvre avec succès.
- Le BHNS ne se limite pas à un nombre de situations restreint ; il peut s'adapter aux villes de toutes tailles, à toutes les configurations modales ou à tout type de cadre organisationnel.
- L'exceptionnelle capacité d'adaptation du BHNS peut se manifester sous des formes matérielles et opérationnelles variées afin de satisfaire aux exigences locales spécifiques.
- Dans la plupart des cas, la mise en œuvre du BHNS exige des investissements plus réduits et a un impact urbain plus faible que celle des systèmes ferrés. Cependant, une amélioration de la qualité urbaine autour du tracé et, le cas échéant, une restructuration des réseaux de transport locaux, sont fortement recommandées pour



---

bénéficier des tous les avantages offerts par ce mode de transport. Le BHNS peut également constituer un outil précieux pour le renouvellement urbain.

**Néanmoins, cela ne signifie en aucun cas que le BHNS constitue le choix le plus adapté en toutes circonstances.** Il représente une solution offrant un service de haute qualité afin d'améliorer les réseaux de transports en commun. Le fait est qu'en Europe, les situations pour lesquelles le développement d'une solution de BHNS adaptée est possible sont nombreuses. Une phase d'analyse des solutions alternatives doit ensuite avoir lieu. Le processus d'évaluation peut ensuite déterminer la solution la plus adaptée aux exigences et aux priorités locales spécifiques.

La capacité du BHNS à intégrer avec succès des environnements très variés ayant été établie, il est important d'identifier les enjeux rencontrés pour la mise en œuvre efficace d'un BHNS satisfaisant aux exigences d'une ville. **Ces enjeux peuvent être significatifs et ne doivent pas être sous-estimés.**

Jusqu'à présent, la majorité des projets BHNS mis en œuvre en Europe constituaient des innovations. En d'autres termes, aucune pratique établie de ce mode de transport n'existait auparavant sur les sites d'implantation du BHNS. Le concept était inédit, en tous cas aux yeux des parties prenantes locales. Faire comprendre aux parties prenantes et au public ce que le BHNS représente, en quoi il se démarque de leur conception des services de bus, et les raisons pour lesquelles il doit bénéficier du soutien et des financements publics, voire d'être envisagé dans le cadre de projets de PPP, nécessite généralement des efforts considérables.

Le concept de BHNS est également nouveau pour les personnes chargées de la planification, de la conception, de la construction et de l'exploitation des services. Les différences constatées s'appliquent notamment aux infrastructures dédiées aux bus, aux stations de type tram/réseau ferré, aux critères nouveaux ou adaptés appliqués à la conception de la gestion du trafic, aux nouvelles normes relatives à la chaussée et à l'ingénierie des systèmes, aux nouveaux systèmes d'assistance à la clientèle, etc.

Les difficultés auxquelles les projets innovants doivent généralement faire face lors de la phase de mise en œuvre, voire même d'approbation, sont plus nombreuses. Ces obstacles sont compensés par le fait que les projets innovants sont souvent portés par des leaders et des équipes créatifs et dévoués qui agissent avec persévérance pour trouver de nouvelles approches et résoudre les problèmes.

En examinant l'expérience spécifique que représentent les projets de BHNS ainsi que leur nature innovante, nous avons regroupé les défis préliminaires et de mise en œuvre relatifs à ce mode en trois catégories :

- Les **Obstacles** correspondent aux éléments susceptibles soit d'empêcher purement et simplement toute mise en place du BHNS, soit de le soumettre à des contraintes telles que les principaux avantages auxquels il est associé deviennent exclus. Les deux principaux obstacles sont une acceptation politique insuffisante d'un système fondé sur le bus et une incapacité à doter le système de suffisamment d'avantages sur les voitures à l'aide de systèmes de priorité ou de la mise en place d'une voie réservée. D'après l'expérience acquise au niveau des projets de BHNS européens, ces obstacles sont majoritairement d'ordre politique et/ou d'attitude ; en d'autres termes, ils sont de nature décisionnelle.

- Les **défis techniques** correspondent aux contraintes physiques ou opérationnelles concrètes auxquelles sont confrontés les projets. Ils comprennent les problèmes d'insertion, de priorité et de temporisation aux carrefours, de capacité, etc. Dans certains cas, ils sont susceptibles d'exiger des solutions créatives ; dans d'autres, il est impossible d'aboutir à la solution technique permettant de satisfaire à tous les objectifs établis, contraignant ainsi à se contenter d'une solution moins optimale.

- La **conception** et la **mise en œuvre**. Tous les aspects d'un projet exigent une planification minutieuse, une certaine expertise, une somme de travail importante et la mise en place de moyens suffisants à la conception et au déploiement. Il n'y a pas de raison pour que ces problématiques ne puissent pas être résolues. Cependant, si elles ne font pas l'objet de

---

suffisamment d'attention ou de moyens, leur qualité et leur efficacité peuvent en pâtir. Par voie de conséquence, la qualité et l'efficacité de l'ensemble du projet de BHNS ou du réseau, dans la mesure où le BHNS représente son élément central, peuvent se retrouver compromises.

#### 4.1.1 Obstacles potentiels à la mise en œuvre du BHNS

Trois obstacles potentiels ont été identifiés :

- Difficultés à convaincre l'ensemble des parties prenantes, citoyens compris, du bien-fondé du BHNS.
- Difficultés à obtenir la priorité sur les voitures particulières ou la voie réservée nécessaire.
- Obstacles organisationnels ou réglementaires.

##### *Difficultés à convaincre l'ensemble des parties prenantes, citoyens compris, du bien-fondé du BHNS*

L'un des principaux enjeux rencontrés réside dans la capacité à convaincre les personnalités politiques de soutenir le développement des transports en commun, que ce dernier peut reposer sur un système de bus de haute qualité et que les avantages que représente le BHNS, lorsque ce mode est retenu, doivent être promus auprès des citoyens/de l'ensemble des parties prenantes. Il est essentiel de s'assurer de bénéficier d'un soutien politique de la phase de conception à celle de mise en œuvre.

La conduite de tels projets n'est jamais aisée, car elle implique un grand nombre de parties prenantes. L'introduction de nouvelles priorités de passage, de nouvelles contraintes appliquées à la circulation automobile ou aux livraisons, ou de nouvelles solutions de mobilité peut entraîner l'émergence d'une opposition parfois virulente. Il n'est jamais aisé d'anticiper toutes les difficultés qu'il faudra résoudre ou expliquer au cours des phases d'études.

Au cours des phases d'étude, un grand nombre de facteurs de difficultés doivent être pris en compte, parmi lesquels :

- L'appropriation d'espace dédié aux voitures particulières et de places de stationnement, l'adaptation de la politique de stationnement.
- Intégrer la croissance de la population, estimer les besoins en déplacement et l'utilisation de la voiture.
- Évaluer l'ensemble des coûts du projet.
- Parvenir à une solution de mise en œuvre progressive du projet.
- Organiser la consultation publique et les mesures visant l'acceptation des systèmes fondés sur le bus.
- Évaluer la possibilité de convertir le BHNS en tram ainsi que l'échéance à laquelle celle-ci serait justifiée et/ou envisageable financièrement.
- Démontrer que des solutions alternatives adaptées seront présentées aux personnes concernées par les nouvelles contraintes imposées par le projet.

La communication prend du temps, et ce n'est pas une tâche facile ; elle est cependant nécessaire pour garantir la bonne acceptation du projet. Le plaidoyer en faveur du BHNS se doit de démontrer en quoi le concept est susceptible de profiter aux villes et à leurs habitants. Dans certaines régions, le bus est perçu comme un second choix par rapport au tram. Les systèmes fondés sur le bus pâtissent encore d'une image négative (les bus classiques sont souvent perçus comme lents, peu fiables, non respectueux de l'environnement, inconfortables, associés à un statut social bas, etc.), même lorsque le projet de BHNS

---

concerné offre une réponse directe à ces enjeux. Grâce aux exemples rassemblés dans le cadre de ce projet COST, cette image peut désormais évoluer.

#### Difficultés à convaincre de l'utilité de la priorité de passage et des voies réservées

Deux types de problématiques sont liés à la priorité de passage. Le défi technique (abordé dans la sous-section suivante) consiste à concevoir une priorité de passage répondant aux exigences opérationnelles du projet. L'obstacle potentiel provient de la difficulté à obtenir une approbation pour la priorité de passage souhaitée (abordé dans cette section).

Les villes de l'UE disposent généralement d'un espace public limité, en particulier dans le centre urbain, qui représente également la zone où le besoin de priorité est le plus important pour le BHNS. On observe le même problème sur les autoroutes et les principales artères permettant l'accès aux grandes villes.

Au niveau du plan de la ville, les urbanistes peuvent être confrontés à un manque de hiérarchisation des rues. Souvent, les avantages obtenus pour une direction donnée peuvent se transformer en inconvénients dans la direction opposée.

Les projets de priorité de passage réduisant l'espace destiné aux voitures ou entraînant une modification globale de l'environnement suscitent souvent une opposition importante ; il convient d'analyser avec soin tous les impacts possibles en respectant le processus légal en vigueur. Une telle situation nécessite l'intervention d'une autorité compétente sachant à la fois répondre aux préoccupations légitimes des parties prenantes et assurer le suivi de la proposition lors de sa confrontation à l'opinion publique et au processus d'approbation.

Une opposition peut également être suscitée parmi d'autres parties prenantes :

- Entreprises et propriétaires fonciers opposés à la perte de places de stationnement, avançant l'argument d'un effet négatif sur leurs affaires (même si très peu de leurs clients en ont effectivement l'usage).
- Propriétaires fonciers et résidents qui ne souhaitent pas que leur rue s'inscrive dans un projet de transport, ou attire des bus ou des voyageurs supplémentaires.

#### Difficultés liées aux enjeux institutionnels et réglementaires

Les différents transports publics européens opèrent selon des cadres légaux, réglementaires, institutionnels, organisationnels et financiers variables. De manière assez surprenante, ils ne semblent pas avoir constitué d'obstacle à la mise en œuvre de systèmes de BHNS. À cet égard, on constate en Europe des similitudes remarquables dans l'attribution des rôles et des responsabilités financières. L'intégralité des projets de BHNS y ont été mis en œuvre dans le respect des cadres applicables en matière d'approvisionnement et de contrat. Cet aspect est abordé plus en détails dans la section rédigée par le GT4.

Le Royaume-Uni, où le marché des services de bus est déréglementé, constitue la seule exception européenne (hormis le Grand Londres, qui fait l'objet d'une réglementation totale). Cette situation rend le contrôle du développement du BHNS difficile, en raison du nombre d'exploitants d'une part, et de leur liberté d'ouvrir et de fermer des itinéraires, de fixer les tarifs, de déterminer la qualité et de définir les services au contact de la clientèle d'autre part. Pour parvenir à une approche « système » efficace, un PPP semble ici nécessaire.<sup>62</sup>

### 4.1.2 Défis techniques relatifs à la mise en œuvre du BHNS

Les défis techniques et les enjeux liés à la conception/mise en œuvre (abordés dans la sous-section suivante) peuvent être regroupés en trois catégories :

---

<sup>62</sup> Leeds, Manchester, Cambridge et Kent ont adopté une telle approche avec succès.

- 
- Enjeux spécifiques au BHNS
  - Enjeux communs avec le tram et d'autres systèmes de transport
  - Enjeux communs avec les projets de bus classiques et leur exploitation

Trois principaux défis techniques spécifiques au BHNS ont été identifiés :

- Conception de la priorité de passage requise, en particulier au cœur des aires urbaines
- Obtention de la priorité aux feux
- Bases de connaissances et de compétences

#### *Défis techniques relatifs à la priorité de passage et aux voies réservées*

La conception d'une voie réservée capable de satisfaire aux caractéristiques opérationnelles requises par le BHNS, qu'il s'agisse d'une voie de circulation dédiée ou d'une voie bus réservée sur la chaussée, entraîne l'apparition de défis techniques. Ceux-ci peuvent concerner des problèmes de congestion, de largeur de voie, de croisement de la circulation, de modification de carrefours, etc. Dans certains cas, ils peuvent nécessiter un élargissement de la voirie et/ou une réduction de la chaussée, voire quelques acquisitions foncières.

En règle générale, les problèmes surgissent dans les aires urbaines les plus anciennes et sur les artères étroites menant aux centres-villes, pour lesquelles il peut s'avérer particulièrement difficile d'aboutir à une solution à la fois satisfaisante et acceptable pour les autres usagers de la route.

Parfois, la disponibilité de la voie réservée ou de la priorité peut être limitée à une seule direction, ou aux heures de pointe. Dans d'autres cas, l'exploitation du BHNS en circulation mixte peut être nécessaire sur des sections spécifiques pour lesquelles aucune solution acceptable ne peut être trouvée. Dans quelques cas (p. ex. la ligne Bus-VAO de Madrid), la voie est exploitée dans une direction aux heures de pointe du matin, et dans l'autre aux heures de pointe du soir. Dans des situations exceptionnelles, c'est le recours à la circulation sur une seule voie bidirectionnelle sur une courte section qui est retenu (p.ex. à Nantes).

Dans certains cas, les voies bus « virtuelles », telles qu'on peut les observer à Lorient, peuvent également s'inscrire dans une solution BHNS. La priorité d'accès à une zone mixte est accordée aux bus par une signalisation adaptée ou des mesures physiques ; les voitures sont tenues de suivre le bus et de ne pas gêner sa circulation.

Malgré de telles innovations, il peut se présenter des cas pour lesquels la conception d'une voie de circulation offrant au BHNS un niveau de performance suffisant est impossible. Dans de telles circonstances, la seule démarche envisageable peut alors être de différer ou d'abandonner le projet de BHNS et de le remplacer par une amélioration de l'itinéraire de bus dans la limite des possibilités pratiques offertes.

La création d'infrastructures spécifiques aux vélos en complément du BHNS pose également des difficultés (principalement dans le sud de l'Europe). Le partage de la voie réservée avec les taxis et les vélos correspond souvent à une demande forte, mais peut générer des problèmes de sécurité et de régularité, en particulier avec les taxis, qui ne peuvent pas bénéficier de la priorité aux feux. Une analyse plus approfondie et des retours d'expérience supplémentaires sont nécessaires.

#### *Défis techniques relatifs à la priorité aux feux*

Pour la majorité des BHNS, la priorité aux feux est un élément important pour parvenir à un équilibre des flux de trafic et de la demande, ainsi que pour adapter les différentes phases stratégiques et/ou temps de cycle :

- 
- Dans certains cas, cet aspect peut devenir plus complexe et difficile à résoudre. Par exemple, le flux de bus peut être élevé, et les requêtes de passage prioritaire dépasser le seuil acceptable au-delà duquel un impact négatif est exercé sur les autres usagers de la route.
  - Certains carrefours s'avèrent relativement complexes et sont traversés par un flux de véhicules tellement important que les requêtes issues de l'approche du BHNS peuvent être plus difficiles à satisfaire, en particulier si elles impliquent une phase de croisement avec les autres flux de circulation.
  - D'autres situations peuvent présenter une suite de carrefours rapprochés pour lesquels il est impossible de garantir un haut niveau de priorité.

La solution classique à de tels défis consisterait à restreindre la fréquence de la ligne BHNS, de manière à éviter le regroupement de bus avec un impact négatif sur la fiabilité. Par voie de conséquence, une telle mesure peut réduire la capacité globale de la ligne BHNS.

#### Difficulté de collecte et de mise à jour des connaissances (dans les domaines technique et juridique)

La capacité à mettre en œuvre un BHNS complet nécessite d'engager des investissements dans les 3 domaines infrastructure/véhicule/exploitation, nécessitant de sortir aussi du champ strict des transports publics, notamment : la redistribution de l'espace routier, l'assignation d'espace routier aux transports en commun, l'ingénierie du trafic, l'économie des transports et les enjeux environnementaux, de sécurité et juridiques.

On constate un important besoin de connaissances en matière de « signalisation et d'infrastructures innovantes » pour résoudre les problèmes de régularité/capacité/sécurité aux heures de pointe ; un très haut niveau d'expertise est souvent nécessaire.

En ce qui concerne l'innovation technique, l'analyse des risques est difficile si la performance ne peut être garantie (guidage des bus, bus propre, etc.).

### 4.1.3 Défis de conception et de mise en œuvre relatifs aux BHNS

En général, les défis de conception et de mise en œuvre peuvent être résolus. Cependant, soit leurs caractéristiques sont spécifiques au BHNS, soit ils nécessitent une plus grande attention à la conception et/ou à la mise à disposition de ressources suffisantes. Ils impliquent la mise en œuvre de fonctionnalités qui ne sont pas encore déployées dans le reste du parc de bus.

#### Problématiques relatives à l'infrastructure

Ce sous-système est d'une part le plus onéreux, et d'autre part celui qui présente le plus de défis. Plusieurs possibilités s'offrent aux villes : position centrale ou latérale, exploitation flexible ou non, ou encore section partagée avec le tram ou d'autres lignes.

Au niveau des stations ou des voies de circulation, le choix du bitume peut poser des difficultés (problèmes d'orniérage) sur les lignes de forte capacité.

Le choix d'une couleur contrastée peut également être difficile à choisir (à l'exception du Royaume-Uni, où le rouge est en général décidée pour toute voie réservée).

Le respect de la voie réservée demeure un enjeu essentiel pour atteindre les objectifs de qualité. Elle augmente les coûts d'exploitation, même si certains dispositifs engagent des coûts limités (« pièges à voitures » mis en place à Cambridge). Une comparaison de l'efficacité ou des effets des outils de mise en vigueur utilisés est nécessaire.

#### Conception des stations de bus

---

De manière comparable à celle d'une station de tram, la mise en œuvre d'une station de BHNS s'accompagne toujours de difficultés. Elle exige un espace plus large afin d'offrir un confort suffisant et doit être conçue pour être pérenne dans le cas d'un projet de BHNS.

L'extension de l'interstation afin d'augmenter la vitesse, facteur essentiel pour l'efficacité économique d'un BHNS, s'accompagne également de difficultés :

- Les décideurs considèrent généralement que le public n'apprécie pas de voir sa distance de marche augmenter par rapport à la solution précédente, mais le public pourrait être plus enclin à la marche en cas d'amélioration des infrastructures urbaines destinées au piétons (comme le montre le projet BAHN.VILLE), ou si un BHNS de qualité lui est proposé.
- La conception d'un système de BHNS doit tenir compte des besoins des personnes âgées et handicapées. La plupart des mesures impliquées ici sont avantageuses pour l'ensemble des voyageurs, ainsi que pour l'attractivité du système de transports publics (accessibilité aux arrêts, distance interstation, éclairage, informations visuelles et vocales claires et quais surélevés).

#### Problématiques relatives aux véhicules

Le choix d'une alternative énergétique plus propre peut poser des difficultés (rapport coûts/impact environnemental). Il n'est pas toujours aisé de faire un choix parmi le diesel optimisé, l'énergie électrique (trolleybus), les solutions hybrides ou une énergie alternative plus propre. Cet enjeu n'est pas spécifique aux BHNS : il constitue un aspect stratégique commun à l'intégralité du parc de bus.

L'accès au véhicule par toutes les portes est lié aux problèmes de fraude, mais tout BHNS se doit d'offrir une vitesse d'embarquement/de débarquement rapide.

Faut-il privilégier la capacité en matière de places assises ou de voyageurs debout ? Quelle est la solution privilégiant la vitesse du service ? Au Royaume-Uni, les bus offrent traditionnellement une capacité importante en matière de places assises et sont équipés de portes à un seul battant ; une relation existe entre le besoin de confort à bord et la durée moyenne du déplacement.

Espace disponible pour les poussettes, fauteuils roulants, bagages, etc.

Compensation de la capacité avec les heures de service afin de répartir la demande et de réduire les périodes de pointe.

Promouvoir l'utilisation d'abonnements mensuels/annuels et/ou de cartes à puce à prix réduit afin de limiter le nombre de transactions. En outre, plus le nombre d'abonnements est important, plus la fraude diminue (exemples de l'Allemagne et de la Suisse).

#### Problématiques relatives aux STI, et au SAEIV en particulier

Le SAEIV est un des composants essentiels à envisager lorsque l'on étudie la mise en œuvre d'un BHNS. Sa gestion doit pouvoir être assurée à l'échelle du réseau.

L'introduction d'un SAEI efficace nécessite un bon niveau de connaissance. L'expertise nécessaire peut s'avérer difficile à obtenir pour une petite agglomération. Un partenariat avec un exploitant de bus plus expérimenté peut cependant être envisagé afin de bénéficier de son soutien.

Le développement d'une stratégie et de procédures d'exploitation de qualité, soutenues par une organisation et une formation du personnel appropriées, revêt au moins autant d'importance que l'aspect technologique d'un projet.

L'affichage d'informations dynamiques à tous les arrêts et/ou dans tous les véhicules de BHNS est onéreux. L'information constitue cependant un composant indispensable. Il convient d'évaluer l'intérêt de diffuser ces informations sur les terminaux mobiles des voyageurs, soit de manière directe, soit par l'intermédiaire de flashcodes. Autre besoin

---

identifié : construire des systèmes capables de s'adapter à l'évolution des besoins de manière plus efficace.

La priorité aux feux peut être difficile à obtenir dans certains endroits pour des raisons d'ordre politique et géographique.

Il est plus difficile de parvenir à gérer efficacement la priorité aux feux en présence de véhicule de plus petite taille mais circulant à une fréquence plus importante (d'autant plus qu'il faut tenir compte de la priorité dans les deux sens).

Dans un marché déréglementé, la mise en œuvre de STI offrant un bon niveau d'information des voyageurs semble difficile à organiser, pour des raisons institutionnelles et de partage financier à organiser ; dans un tel cas, un PPP ou un autre type d'accord cadre peut constituer une solution.

#### Problématiques de marketing / stratégie d'identification

La capacité à convaincre de l'adoption du BHNS exige une stratégie marketing solide, appliquée à l'échelle du réseau et adoptant des échéances à long terme. Cette stratégie peut comporter une hiérarchisation du réseau fondée sur le bus.

Un marché ouvert (Royaume-Uni) entraîne des difficultés. Comment contrôler le marché ? Qui décide des horaires ? Qui décide des tarifs ?

Il est peut être plus difficile de vendre un projet BHNS, qu'un projet de tram.

#### Autres problématiques

La hiérarchisation des lignes est un enjeu essentiel dans les aires urbaines importantes qui doivent être en mesure de rationaliser les services en exploitation dont la fréquentation est trop faible.

Les projets de tram semblent bénéficier d'un avantage en ce qui concerne l'aspect esthétique de la mise en œuvre. Cependant, certains projets de BHNS sont parvenus à de très bons résultats dans ce domaine (Castellón, Nantes, Twente, Rouen, Cambridge), et rien n'exclut qu'un BHNS puisse parvenir au même niveau de qualité.

La qualité urbaine, en particulier aux alentours des arrêts, et l'accessibilité aux arrêts doivent faire l'objet d'une attention particulière dans un projet de BHNS. Les documents publiés récemment indiquent clairement que ces deux éléments exercent sur la fréquentation une influence positive équivalente à celle de l'amélioration de l'exploitation des transports publics.

## 4.2 Recommandations ou messages à l'attention des élus et des décideurs techniques

L'expérience acquise grâce à l'étude de ces 35 projets de BHNS européens permet de formuler un certain nombre de recommandations et de messages à l'attention des élus et des décideurs. Nous les avons regroupés en deux catégories : celles d'ordre national et européen (c. à d. adressées aux personnes en charge des politiques publiques) et celles relatives à la ville ou la région (c. à d. destinées aux personnes en charge de la mise en œuvre et assumant une responsabilité locale).

---

#### 4.2.1 Recommandations à l'échelle européenne ou nationale

##### **1) Reconnaître le BHNS comme un mode de transport structurant et l'intégrer aux politiques publiques**

- Au niveau européen et national, considérer le BHNS comme un mode de transport de catégorie supérieure pourvu de caractéristiques spécifiques et offrant des performances de niveau supérieur aux services de bus urbains classiques ou standard.
- Intégrer le BHNS en tant que mode de transport structurant dans les politiques de transport et dans les recherches menées en la matière.
- Reconnaître le BHNS comme une alternative comparable au tramway/transport ferré léger une fois certaines performances (telle la vitesse commerciale et la régularité) dûment prises en considération.
- Promouvoir une évaluation des projets de BHNS sur des bases comparables à celles utilisées pour les modes ferrés, en leur reconnaissant des impacts potentiels identiques selon des critères urbains, sociaux et économiques.
- Rendre obligatoire l'évaluation socio-économique des projets de BHNS, même si leur budget se situe en dessous des seuils fixés par le ministère des Finances (ou son équivalent), jusqu'à ce qu'un corpus de connaissances suffisant soit constitué.
- Reconnaître qu'il est insuffisant de se concentrer uniquement sur les itinéraires ou les axes prioritaires, et que des améliorations réalisées à l'échelle du réseau, en particulier en faveur d'un haut niveau de service, sont toujours nécessaires dans le cadre d'une approche véritablement qualifiée de « système ». Que les principaux axes de circulation soient desservis par un système ferré ou par le bus, un grand nombre de voyageurs empruntent le reste du réseau, qui doit donc bénéficier d'une solution appropriée (p. ex. systèmes Chronobus, QBC, BHLS-lite).

##### **2) Établir un cadre de définition et d'évaluation du BHNS**

On constate le besoin d'un cadre consensuel de ce qui qualifie le BHNS permettant de fournir une évaluation quantitative et/ou qualitative de ce concept. Un tel cadre est nécessaire d'une part pour fournir un appui à la spécification des exigences, à la communication avec les parties prenantes et à la conception, et d'autre part pour éviter que des projets de qualité inférieure ne se réclament du BHNS, dévaluant ainsi son image de marque.

Les tâches d'évaluation réalisées dans le cadre de l'action COST TU603, associées aux autres travaux menés aux États-Unis (ITDP), peuvent servir de point de départ à la mise en place d'un cadre adapté au BHNS européen.

##### **3) Poursuivre le développement du réseau d'acquisition et de transfert des connaissances relatives au BHNS mis en place au niveau européen dans le cadre de cette action COST, l'élargir et le maintenir opérationnel**

- Pour procéder à l'analyse comparative des améliorations innovantes et promouvoir la recherche et l'évaluation.
- Pour rassembler une connaissance encore plus grande sur le domaine de l'infrastructure.
- Pour agir en faveur de l'adoption d'indicateurs de mesure communs en matière de sécurité, de performances et de qualité du mode bus.
- Pour organiser des visites techniques de différents BHNS, toujours très instructives, en particulier pour les villes lançant leur premier projet.
- Pour encourager la coopération internationale avec les parties prenantes extérieures à l'Europe (Amérique du Nord, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Asie, etc.).



---

La direction de ce réseau des connaissances pourrait être confiée à l'UITP ou à une autre association européenne (p. ex. POLIS) ; les partenaires de l'action COST TU 603 sont disposés à poursuivre les échanges sur ce sujet.

#### **4) Doter les véhicules des lignes BHNS d'une priorité équivalente à celle du tramway**

- Pour améliorer l'efficacité du BHNS et des autres solutions fondées sur le bus.
- Pour renforcer les similarités entre les projets de bus et de tram, réduire la signalisation dans certains contextes et conserver la priorité en cas de panne de signalisation.

En ce qui concerne la priorité des bus, nous suggérons de parvenir à un engagement (au niveau du CEN) de mise en œuvre de tests et d'études sur les conditions d'attribuer au bus un statut identique à celui qui a été attribué au tram dans le cadre de la Convention de Vienne sur la signalisation routière (1968). Cette réglementation a permis d'harmoniser la priorité accordée au tram, principalement pour des raisons de sécurité, les performances de freinage des systèmes ferrés ne pouvant pas rivaliser avec celles des systèmes sur pneumatiques. L'attribution d'une priorité équivalente aux bus à haute capacité peut cependant se justifier dans un contexte économique. En outre, des arguments relatifs à la sécurité peuvent également être avancés, notamment dans le cas des bus bi-articulés. Selon le cadre établissant les règles de priorité, les conducteurs de tram sont tenus d'observer leur devoir de vigilance et de respecter, comme il se doit, les règles d'arrêt.

#### **5) Encourager des stratégies efficaces de respect des sites propres et de la priorité de passage, qui peuvent inclure les mesures suivantes :**

- Des contraventions plus lourdes en cas de non respect et proportionnelles aux pertes financières potentielles<sup>63</sup>
- L'utilisation de systèmes automatiques tels qu'utilisés pour le contrôle sanction de la vitesse ou du respect des feux de signalisation.
- Une collaboration efficace entre la police et les exploitants, telle qu'on peut notamment l'observer à Lisbonne.

#### **6) À propos des enjeux de sécurité :**

- Encourager la réalisation obligatoire d'un processus d'évaluation de la sécurité routière par un organisme indépendant (expert en sécurité routière) préalablement à l'inauguration de tout projet de BHNS et, ce, à chaque phase importante des études relatives au système, comme l'exigent les projets de tram dans certains pays (notamment en France).
- Exiger un rapport d'évaluation annuel de la sécurité / des performances pour chaque projet de BHNS en exploitation (comme c'est déjà le cas dans certains pays comme la France pour les lignes de métro ou de tram) ; le nombre de km perdus par type de problème, accompagné de suggestions d'amélioration, constitue ici une donnée intéressante.

Bien que le bus soit un des modes les plus sûrs, le BHNS circule à des vitesses supérieures sur des voies réservées, pouvant compliquer l'usage des espaces publics environnants. Il convient donc d'être attentif au maintien ou à l'amélioration de ce niveau de sécurité.

#### **7) À propos des enjeux relatifs aux STI :**

---

<sup>63</sup> Aux États-Unis et au Canada, les contraventions issues de contrôles menés au hasard sont en général très lourdes (jusqu'à 700 dollars), ce qui les rend dissuasives.

- 
- Encourager la normalisation des interfaces et l'utilisation de formats de données d'exploitation en temps réel ouverts. L'utilisation d'Internet est un facteur essentiel pour l'intermodalité.
  - Encourager et poursuivre la normalisation dans le secteur des SAE.
  - Rechercher et diffuser des informations sur les alternatives de STI plus économiques, en particulier celles qui sont adaptées aux aires urbaines les moins étendues.
  - Tirer parti des nouvelles fonctionnalités et possibilités liées aux terminaux de poche et aux réseaux sociaux.

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) doivent permettre de répondre à trois problématiques principales : la localisation automatique du véhicule en temps réel (grâce au GPS et à d'autres dispositifs complémentaires, notamment le compteur kilométrique, si nécessaire) et la gestion de l'itinéraire depuis le centre de contrôle, fournissant au conducteur les indications de régulation pertinentes et au système d'information des voyageurs (écrans, haut-parleurs) les informations à diffuser ; la structure du réseau et le système de tarification, qui permet de définir la position du bus sur la ligne, de contrôler les panneaux d'affichages relatifs à la ligne et à la destination et de configurer le fonctionnement des automates de billetterie ; et enfin le système de stockage et de transfert de toutes les données relatives à la billetterie, aux caméras de sécurité et à la MAO (maintenance assistée par ordinateur). Les appels d'urgence instantanés doivent faire l'objet du plus haut niveau de priorité grâce au recours au canal de détresse approprié.

Une plate-forme de STI commune aux bus urbains est en cours de préparation au niveau européen (se reporter au CEN et au projet EBSF).

### **8) À propos des réglementations européennes relatives aux dimensions des bus :**

L'attractivité des bus bi-articulés de 24 m de long (et un peu plus à Istanbul) pour les systèmes de grande capacité constitue un point important dont il faut tenir compte. Leur utilisation n'est pas encore autorisée par les dispositions européennes en matière d'homologation, réduisant ainsi la compétitivité dans l'ensemble de l'Europe. Au niveau légal et réglementaire, on constate la recommandation spécifique suivante :

*« Le règlement UN / ECE n° 107 (Commission économique pour l'Europe des Nations unies) ainsi que les directives 97/27/CE (modifiée par la directive 2003/19/CE) et 96/53/CE relatives aux masses et dimensions maximales autorisées pour les véhicules à moteur, doivent faire l'objet d'une extension et d'une modification en conséquence afin d'inclure les bus bi-articulés d'une longueur inférieure ou égale à 26 m ».*

#### 4.2.2 Recommandations au niveau régional et urbain

##### **1) Une volonté politique forte est une condition indispensable à toutes les étapes d'un projet BHNS**

Un engagement et un soutien politique sont nécessaires sur l'ensemble des phases d'un projet (intégration de différentes politiques : des transports, urbaine, sociale, environnementale et économique).

Une volonté forte de réduire la place et l'usage des voitures est requise lorsque les TC sont en mesure de fournir un haut niveau de service. Il convient d'anticiper toutes les interactions possibles avec les autres modes de transport : la marche à pied, le vélo, les autres transports en commun et les voitures (particulières ou en partage).

---

Une connaissance générale et des compétences approfondies sont nécessaires pour les acteurs de ce domaine : les professionnels concernés doivent en effet être en mesure de proposer des solutions satisfaisantes et de bons argumentaires dans les domaines du développement, des stratégies de transports en commun, ainsi que de leurs relations avec les autres modes et la structure urbaine.

Il est nécessaire de s'assurer du financement de l'ensemble du projet BHNS envisagé selon une vision systémique.

Les différentes échelles de planification (nationale, régionale et locale) doivent être intégrées.

Il convient de faire bénéficier les TC et le BHNS d'un soutien et d'une visibilité importante, notamment au niveau des voies réservées, des quais et des stations (stratégie d'identification, logo, nom, ligne, couleur, signalisation, informations sur les plans).

## **2) Une vision urbaine de long terme est nécessaire pour d'obtenir le soutien des citoyens :**

- Au niveau des tendances socio-économiques et relatives à l'urbanisme.
- Au niveau des enjeux environnementaux et des objectifs relatifs aux modes doux ; le BHNS ne représente pas la seule solution disponible.
- En ce qui concerne l'intermodalité.
- Au niveau des stratégies de diffusion d'informations et de billettique de l'offre de transport dans son ensemble, en adoptant comme objectif la billettique efficace pour le BHNS (pas de vente de titres de transport par le conducteur).

## **3) Tout projet de BHNS requiert une stratégie de communication efficace ciblant les décideurs et les citoyens.**

Elle doit intervenir dès la phase de conception et se poursuivre au-delà la mise en œuvre, en impliquant toutes les parties prenantes afin de s'assurer de leur appropriation du projet. Elle concerne un grand nombre d'éléments :

- Le rapport coûts / performances (ou avantages) de toutes les alternatives.
- Les conséquences de l'introduction du BHNS (personnes concernés par les impacts positifs et négatifs, effets pour tous les modes et les réseaux de TC).
- Meilleures pratiques issues de sites similaires qu'il est possible de visiter en Europe (les visites de sites en service sont toujours très instructives).
- Enjeux de stratégie d'identification, notamment par le noms / logo, la qualité et le niveau de service, la couleur, la signalisation et les informations sur les plans, qui interviennent dans l'établissement d'un lien entre le BHNS et la communauté. Une règle doit cependant être respectée : ne jamais faire de promesses que la réalisation du projet ne peut pas tenir. Toute entorse à ce principe ne peut avoir que des conséquences négatives à long terme et entraîne des réticences à chaque nouveau changement.
- Impliquer les citoyens dans les choix de stratégie d'identification, à l'exemple de Jönköping, afin de stimuler leur adhésion au projet.

Toutes les aires urbaines sont différentes : chacune doit donc bâtir une stratégie qui lui est spécifique en s'appuyant sur un ou plusieurs niveaux de BHNS. Chaque autorité doit choisir sa propre hiérarchisation du réseau de TC. Les supports de communication doivent être aussi étendus que possible.

## **4) Pour les urbanistes responsables de la mise en place d'un premier projet, il est fortement recommandé d'organiser des visites d'autres sites de BHNS accompagné des personnalités politiques et des dirigeants d'associations concernés.**

---

Ces visites permettent aux parties prenantes de mieux saisir l'intérêt d'une approche « système » cohérente, l'influence du contexte local et le marché potentiel associé au BHNS.

**5) Comme pour tout projet urbain complexe, il convient de constituer un « comité de coordination de projet » solide pour chaque projet de BHNS. Il assume également les rôles suivants :**

- Rassembler toutes les connaissances « système » nécessaires et disponibles auprès de l'ensemble des parties prenantes impliquées.
- Élargir le spectre des compétences disponibles en faisant appel à des experts des transports et des déplacements, ainsi qu'en s'adressant aux universités en tant que ressources en matière de recherche.
- Définir la qualité et le niveau de service en fonction des besoins politiques.
- Assurer la coordination et la gestion des consultations publiques / de la clientèle.
- Prendre en charge la coordination et le suivi de l'ensemble des études et des travaux, processus de gestion des risques compris (en cas d'innovation).
- Informer les décideurs de tout écart par rapport à l'objectif de qualité jusqu'à l'inauguration, afin que d'éventuels compromis puissent être décidés en toute transparence.
- Assurer la gestion de la communication interne/externe.

**6) En collaboration avec les exploitants et le cas échéant par contrat, développer une gouvernance du contrôle sanction du respect des sites propres :**

- Pour être en mesure de proposer des montants de contraventions dissuasifs en fonction du lieu et des objectifs de qualité.
- Pour être en mesure de gérer et d'organiser le contrôle sanction et de percevoir les contraventions.
- Pour informer les citoyens.
- Pour organiser une collaboration efficace avec la police.

**7) Au niveau de l'infrastructure, un grand nombre de solutions techniques, flexibles ou non, ont été observées : elles constituent des idées à développer.**

Se reporter au chapitre 3.3 sur l'analyse de l'infrastructure, qui met en évidence certains outils originaux.

**8) Garantir le succès de la première ligne ou de la première section à mettre en œuvre**

Une mise en œuvre réussie de la première section contribue à convaincre de l'utilité des phases suivantes.

## 4.3 Propositions en matière de recherche

S'inscrivant en complément de la phase de « recommandations », la section qui suit met en évidence des champs de recherche, des enquêtes ou des évaluations susceptibles de contribuer à l'évolution du marché du BHNS.

---

Évaluations des avantages et des impacts du BHNS dépassant les considérations de performances techniques et de fréquentation <sup>64</sup>:

- Impacts des systèmes de transport : p. ex. part modale, efficacité globale du réseau, consommation énergétique et émissions du secteur des transports,
- Impacts sociaux : p. ex. accès à l'emploi, équité sociale, exclusion sociale,
- Impacts urbains et leur importance en matière de transports publics : p. ex. modèle d'usage des sols et structure spatiale/économique urbaine, valeur des terrains, économie urbaine,
- Impacts sur la valeur économique : p. ex. affectation du budget des investissements post-mise en œuvre d'un point de vue socio-économique, analyse structurée des impacts.

Conception et optimisation du BHNS :

- Optimisation de la planification des services et de l'exploitation du BHNS,
- Méthodes et structures organisationnelles pour le BHNS,
- Évaluation de l'efficacité des outils de modélisation disponibles pour procéder à une analyse comparative de l'étude macro/micro.

Mesures de la qualité/régularité :

- Élargir l'étendue des indicateurs et en tester différents types (c. à d. des indicateurs d'écart-type), ainsi que leurs présentations géographiques<sup>65</sup>. Cette recherche doit inclure le point de vue des autorités, des exploitants et des utilisateurs. Tester de fournir à l'usager une information relatif à la régularité/ponctualité constitue un autre objectif.
- Réaliser des études comparatives entre les systèmes de BHNS opérationnels.
- Développer des améliorations, le cas échéant, de la norme européenne relative à la qualité de service (EN 13816), assurer le suivi des applications et organiser la prise en charge des retours d'expérience.
- Définir un ensemble efficace d'indicateurs clés de performances complémentaires et adaptables.

Autres éléments de recherche en vue de l'amélioration et de l'évaluation de la qualité selon une approche système :

- Évaluation de la gestion des SAEIV (qualité des données, qualité de l'évaluation, informations sur les perturbations).
- Étude de la satisfaction client par comparaison des indicateurs des villes exploitant un BHNS.
- Étude des nouvelles solutions de diffusion d'informations, telles que le flashcode et les réseaux sociaux comme Facebook ou Twitter, afin d'intégrer des initiatives voyageur et de réduire la dépendance aux systèmes d'affichage à certains arrêts (les coûts relatifs à la présence d'écrans à tous les arrêts sont importants) – sujet non spécifique au BHNS.

---

<sup>64</sup> Voir également l'exposé de principe de l'UITP relatif à l'évaluation des avantages des transports publics (Assessing the benefits of public transport), qui expose les tendances observées en matière d'évaluation et d'étude d'impact.

<sup>65</sup> Le recours aux outils de télédiagnostic (inspirés de la plate-forme informatique normalisée de l'EBSF) est susceptible de fournir un soutien important, en particulier lorsqu'une fréquentation élevée doit être garantie.

- 
- Étude des nouveaux besoins en matière de TC et de BHNS (Wi-Fi, prises de courant à bord, diffusions d'informations sur téléphones mobiles, informations personnelles et ciblées, outils liés aux progrès technologiques).
  - Études des enjeux liés à la tarification, de la disposition à payer plus cher pour un service plus rapide ou meilleur. Impact sur la gestion de la fraude.

Connaissances du marché du BHNS :

- Rôle du BHNS au sein d'un réseau de TC (planification, organisation, intermodalité, multimodalité, etc.),
- Image du BHNS (p. ex. pourquoi le bus ne génère-t-il pas le même enthousiasme que le tram ?),
- Participation et acceptation du public,
- Principes de partage de données pour la comparaison des réseaux.

Mécanismes de financement relatifs au BHNS :

- Mécanismes de financement relatifs aux infrastructures de BHNS et à leur entretien,
- Mécanismes de financement relatifs aux services de transport et aux services à la clientèle,
- Potentiel pour les PPP et d'autres formes d'investissements privés.

Nous suggérons également de se reporter à la feuille de route proposée par l'UITP, qui assure la coordination du projet EBSF <sup>66</sup>.

Il existe un besoin de développer une recherche conjointe à partir des travaux menés en Europe sur le BHNS et aux États-Unis sur le BRT.

Enfin, il semble particulièrement pertinent de se pencher sur les futurs enjeux européens à l'horizon 2025, notamment les problématiques connues (changements climatiques, augmentation de la population, problèmes sociaux, crise économique, etc.), ainsi que sur la stratégie du secteur des transports publics, soutenue par l'UITP, consistant à doubler sa part de marché entre 2005 et 2025 <sup>67</sup> : à quelles évolutions peut-on s'attendre en matière de capacité, de vitesse, de services et de part de marché dans un contexte de budget public limité et de coûts des énergies fossiles plus élevés ?

---

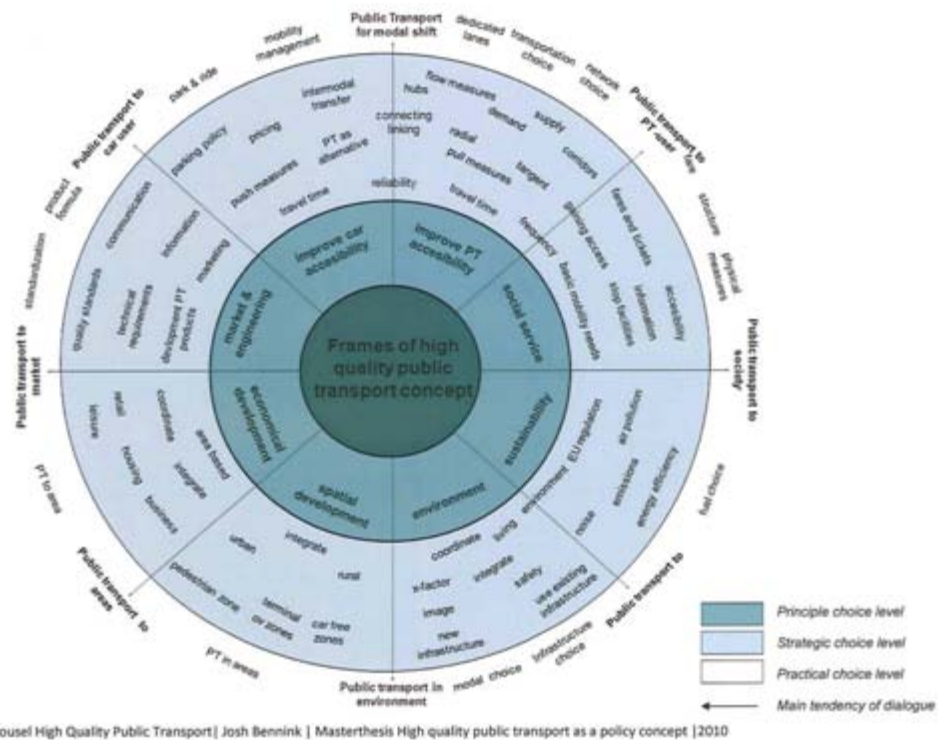
<sup>66</sup> La feuille de route européenne rédigée avec le soutien de l'ERTRAC dans le cadre du projet « European Bus System of the Future » (système de bus européen du futur) a été consolidée et déposée officiellement en juin 2011.

<sup>67</sup> Se reporter à la stratégie PTx2 de l'UITP.



*Hambourg, le “Metrobus” ligne 5 avec des bus bi-articulés.*

## 5. Comment introduire un concept BHNS



Les besoins des usagers comme base de toute approche du concept de BHNS

L'observation d'un grand nombre d'approches du concept de BHNS a donné lieu à la rédaction de recommandations de portée nationale, comme en France, en Suède et aux Pays-Bas, ou de recommandations plus détaillées et de portée locale, comme à Dublin, Paris, Manchester ou encore Hambourg, dont la stratégie a ensuite été appliquée à Berlin et à Munich.

La terminologie utilisée est très variable, faisant appel aux termes jugés comme les plus appropriés en fonction du contexte, de la stratégie d'identification ou de critères linguistiques (p. ex. « service », « corridor » ou « qualité »). Certains projets ont adopté le terme « métro » dans le cadre de leur stratégie d'identification, associant ainsi le bus à un mode lourd reconnu pour sa bonne image. Nous observons que les termes « transit » et « rapide » ne sont jamais utilisés en Europe.

La fiabilité semble être l'objectif le plus important.

En outre, nous remarquons le besoin ressenti par certaines villes de définir plusieurs niveaux de service selon différents concepts dépendant du rôle, de la longueur de la ligne de bus ou de la lisibilité attendue pour les voyageurs. D'après les résultats de l'enquête présentés au chapitre 3.4, c'est notamment le cas de Nantes, de Paris ou encore de Hambourg. Depuis quelques années, on observe en fait en Europe une tendance à une hiérarchisation bien plus forte de l'ensemble des lignes de bus du réseau. Entre autres facteurs, cette évolution est due à l'approche récente des BHNS, qui consiste à les répartir selon différents niveaux de service.

En bref, les principales caractéristiques mises en évidence pour les lignes de bus structurantes de type BHNS sont les suivantes :

- Liaison avec le niveau supérieur (réseau ferré interurbain, train régional, métro,...),
- Grande capacité,
- Fréquence importante,
- Portée étendue, itinéraires droits, « Go fast ».



Les principales raisons indiquées pour justifier ces caractéristiques sont les suivantes :

- Rendre le réseau de bus clair et lisible.
- Réduire la congestion et contribuer à la lutte contre les problèmes environnementaux.
- Établir des priorités pour les investissements sur l'infrastructure en sélectionnant la capacité potentielle comme critère principal.
- Regrouper la demande.
- Toujours augmenter le taux de couverture des coûts (suppression en conséquence de certaines lignes de bus peu efficaces, ainsi que l'a décidé Nantes).

Les villes intéressées par la hiérarchisation des lignes de bus au sein du réseau conçoivent plusieurs types de solutions fondées sur le bus : elles constituent un éventail s'étendant des lignes locales aux systèmes de BHNS complets offrant une qualité de haut niveau, comme le montre le graphique ci-dessous :

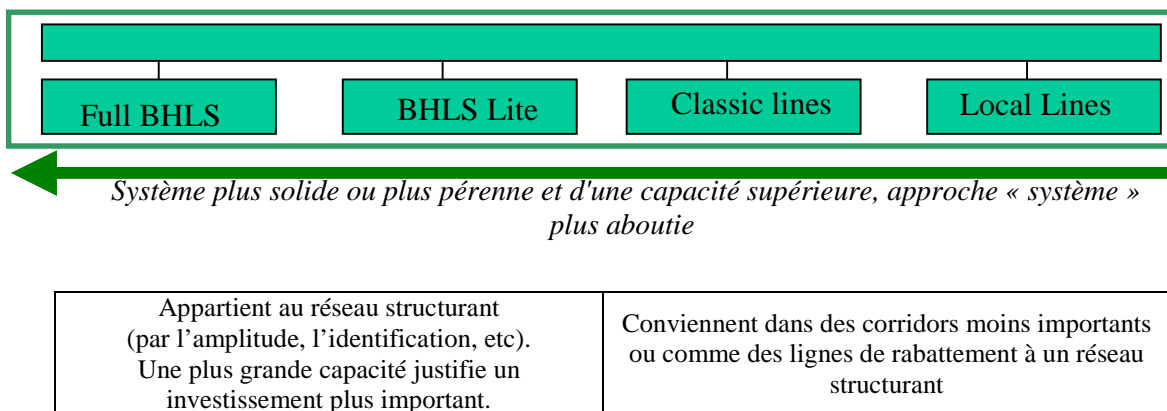


Figure 31: vers une approche de hiérarchisation des solutions basées sur le bus

La conception de ces solutions, qui sont toutes bénéfiques, doit respecter une approche système, intégrant l'infrastructure de manière cohérente avec les véhicules et les composants propres à l'exploitation.

Évidemment, chaque contexte urbain étant unique, il appartient aux autorités locales de sélectionner et de définir la hiérarchie adaptée des systèmes basés sur le bus.

Le concept de BHNS doit être perçu comme une méthode ou une directive à destination des décideurs locaux visant à l'étude et à la conception de diverses solutions fondées sur le bus.

L'identification de chaque niveau de service peut être obtenue par plusieurs moyens, parmi lesquels on peut citer :

- La numérotation de la ligne, le choix d'un logo,
- Une conception spécifique du véhicule,
- Une conception spécifique de toutes les stations,
- Des caractéristiques spécifiques le long de l'infrastructure : éléments de contraste, mobilier, marquage, etc.,
- Une identification claire de l'itinéraire sur l'ensemble des plans et des outils d'information du réseau.
- Des éléments spécifiques du service (fréquence, amplitude horaire)

---

Plusieurs questions ont été soulevées :

- La définition d'un concept de BHNS européen est-elle réellement nécessaire ? Doit-il disposer de ses propres lignes directrices ? Faut-il créer un acronyme spécifique pour chaque pays ?
- Est-il préférable de laisser chaque pays de l'UE établir/traduire ses propres lignes directrices pour le concept de BHNS en fonction de sa langue, de ses réglementations et de son contexte urbain ? Chaque pays doit-il alors disposer de son propre acronyme ?
- Est-il préférable de conseiller les villes (principalement les plus importantes) de bâtir leurs différentes applications du concept par elles-mêmes pour le motif qu'elles pourraient requérir plusieurs niveaux de service ?

La première option ne semble pas utile, un grand nombre de guides ayant déjà été publiés aux États-Unis, au Canada et dans certains pays d'Europe, notamment en France, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. La rédaction d'un guide européen ne permettrait pas d'enrichissement notable des informations existantes sur le sujet. Malgré tout, les membres de l'UE parlent des langues différentes et adoptent tous des méthodes d'organisation des transports publics adaptées à leur culture, qui se traduisent par différents niveaux d'utilisation des TC et différents moyens de financement dans ce domaine.

Les deux autres options semblent préférables, mais, comme le propose le chapitre relatif aux recommandations, il est particulièrement intéressant de pouvoir partager les expériences existantes afin de conserver et d'améliorer le réseau de connaissances constitué grâce à cette action COST.

- Il revient à chaque autorité de définir les caractéristiques et d'établir sa propre hiérarchie du réseau, en cohérence avec les objectifs de planification.
- Le concept de BHNS doit être perçu comme une méthode ou une directive à destination des décideurs locaux visant à la conception de plusieurs solutions fondées sur le bus.

Ce rapport final peut servir de support rassemblant des conseils avisés et des références existantes pour les pays et les villes intéressés par la mise en place d'une phase de conception impliquant un ou plusieurs niveaux de service.

Le concept de BHNS peut être perçu comme :

- Une stratégie menée selon une approche système et destinée à améliorer, dynamiser ou restructurer les transports en commun (au-delà des lignes principales) : une stratégie de renouvellement conforme à de nouvelles exigences.
- Un outil permettant d'établir les caractéristiques principales d'une insertion urbaine de haute qualité adaptée au contexte économique, culturel et social.
- Un outil pédagogique à destination de l'ensemble des parties prenantes.

*Le BHNS :  
envisager la  
qualité urbaine  
et les transports  
publics selon  
des points de  
vue innovants.*

---

## 6. Conclusion

### À propos des enjeux décisionnels et de gestion de projet

L'importance de planifier simultanément l'aménagement urbain et les investissements du transport public a été soulignée (Lorient, Nantes, Zurich, Lund, Jönköping, Almere, Madrid, etc.). On constate que les mises en œuvre réussies de BHNS correspondent à des projets pour lesquels les enjeux d'aménagement du territoire, d'usage des sols et des transports ont été abordés ensemble et simultanément.

Il est donc important d'impliquer les personnalités politiques à un stade précoce du projet. Nous avons pu vérifier que les projets de BHNS réussis ont tous nécessité un dialogue approfondi et une implication importante des parties prenantes. Un tel processus peut être long, mais l'expérience a démontré qu'il permet véritablement de parvenir à de bons résultats.

La sélection d'une technologie de transport et d'un concept de priorité est un enjeu fondamental pour l'efficacité du système et pour l'acceptation des parties prenantes.

En tant que mode, le bus semble bien adapté aux zones urbaines connaissant une expansion progressive (p. ex. Almere au Pays-Bas, projet Fastrack au sud-est de Londres). Pour s'adapter à la demande, la taille maximale est le bus ou trolleybus bi-articulés (p. ex. Hambourg, Utrecht, Zurich).

Le marché du BHNS est très prometteur en Europe. Il est mis en œuvre au cœur des villes, dans les agglomérations de taille moyenne, ainsi que dans les zones périphériques des aires métropolitaines les plus importantes (p. ex. Madrid et Paris). Nous avons observé que les lignes de BHNS les plus fréquentées d'Europe (TVM de Paris, Zuidtangent d'Amsterdam, Metrobus de Hambourg, ligne 27 à Madrid) effectuent de 30 000 à 66 000 voyages par jour, avec des volumes situés entre 1 500 et 2 500 voyageurs par heure et par direction.

À ce jour, le tramway est choisi en général pour satisfaire des exigences de capacité supérieures à celles offertes par le BHNS, mais également équivalentes dans certains cas. Un grand nombre de facteurs sont mentionnés pour ce choix : les exigences de capacité, les coûts de main d'œuvre et d'exploitation associés aux bus, les contraintes de largeur dans les aires urbaines, les opportunités offertes par l'infrastructure existante, l'intermodalité avec le réseau existant, les capacités de financement, les prévisions de l'usage des sols, etc. On constate un chevauchement clair des « échelles de capacité » offertes par le tramway et le BHNS. En outre, même si le cas est très rare, le BHNS est capable d'atteindre une capacité significativement plus élevée, même en Europe. Le cas de Madrid en est l'exemple remarquable : dans la section la plus chargée, sur une portion d'autoroute, 44 petites lignes de bus standard transportent un total de 112 000 voyageurs par jour (environ 190 bus par heure, soit 8 000 voyageurs par heure). Cette section commune est cependant dépourvue d'arrêts.

La mise en œuvre de certains BHNS a été justifiée par la possibilité d'une future conversion au tramway, soit pour répondre à une augmentation de la demande, soit lorsque les moyens financiers le permettront. Dans quelques cas, les composants essentiels du BHNS tels que les stations et la voie de circulation sont dimensionnées dès le départ conformément aux prescriptions du tram, afin de faciliter une conversion ultérieure (p. ex. Lund, la ligne Zuidtangent d'Amsterdam et le Busway de Nantes). Il s'agit d'une approche stratégique intéressante visant d'une part à permettre l'augmentation future de la fréquentation, et d'autre part à adapter la technologie de transport utilisée (en fonction du contexte, le passage à une technologie différente peut cependant engendrer des difficultés lors de l'interruption du service pour réaliser les travaux nécessaires sur la ligne).

### Le BHNS au sein du réseau de TC

---

On observe une tendance à une hiérarchisation plus forte des lignes de bus au sein du réseau de transport. Celle-ci est principalement liée à un ensemble de raisons financières et de politiques de transport ayant pour objectif l'intermodalité avec des modes de transport plus lourds, mais également à une volonté d'accroître l'usage du réseau de bus.

Dans certaines villes, le BHNS constitue un élément essentiel du réseau structurant (Nantes, Rouen, Utrecht) dont le service est identique à celui des systèmes ferrés.

Dans d'autres villes, le BHNS constitue un système de capacité intermédiaire innovant et pertinent pour les aires urbaines qui s'inscrit comme un mode complémentaire à leur réseau (re)structuré (Hambourg, TVM à Paris, ligne 27 à Madrid, Stockholm, Zurich), ou une solution appropriée aux aires urbaines plus modestes et peu denses, constituant l'élément central de leur réseau (Lorient, Jönköping, Lund, Castellón).

En général, les mises en œuvre européennes du BHNS ont été réalisées dans le respect des cadres institutionnels et réglementaires existants. Son introduction n'a pas exigé de modification contractuelle.

La tarification pratiquée actuellement pour les BHNS est identique à celle appliquée aux autres lignes de bus. Aucun BHNS décrit n'a fait l'objet d'une tarification supérieure ou différente de celle du réseau.

### **À propos de certaines stratégies sur l'infrastructure**

Un grand nombre de projets de BHNS font circuler plusieurs lignes sur des troncs communs. Ces lignes desservent différentes localités en partant, pour un grand nombre d'entre eux, du terminal de BHNS, puis se retrouvent sur la section commune qui représente la portion offrant la capacité maximale. Le principal avantage est de limiter le nombre de correspondances, ces dernières étant reconnues comme un frein à l'usage des TC. Il en découle un deuxième avantage potentiel : la simplification des stations qui représenteraient autrement les principaux lieux de correspondance.

Certains systèmes (p. ex. Stockholm, Göteborg, Oberhausen et Zurich) optent pour un partage des quais du tramway avec des lignes de bus secondaires ou le BHNS. Cette solution aboutit à une meilleure utilisation de l'espace viaire consacré aux transports publics, en particulier dans les zones centrales où l'espace est rare, tout en facilitant les éventuelles correspondances entre ces différents modes.

Dans 14 des BHNS visités, une amélioration qualitative de l'environnement ou du paysage urbain a été nettement observée. Ce résultat démontre la capacité du BHNS à contribuer à l'amélioration des espaces urbains traversés. Leur conception a eu souvent pour objectif de faciliter la circulation des cyclistes et des piétons. Des pistes cyclables sont généralement aménagées en position adjacente à la voie de circulation afin d'éviter tout conflit avec les bus. Dans certains BHNS, les arrêts principaux sont tous équipés de stationnement pour vélos (p. ex. Cambridge, Amsterdam, Almere et Lund). Les aménagements pour les piétons font presque systématiquement partie intégrante des projets de BHNS ; dans certains cas, ils bénéficient d'une amélioration significative grâce aux travaux d'aménagement général du paysage urbain associés à la mise en œuvre du BHNS (p. ex. Oberhausen, Twente, Lorient, Castellón).

Certains projets de BHNS peuvent accueillir plusieurs lignes (Purmerend, QBC à Dublin, BusVAO à Madrid). Cependant, la gestion des services se complexifie si les bus ne sont pas en mesure d'effectuer un dépassement aux arrêts, ou si les mesures de priorité aux feux sont insuffisantes. Pour une ligne donnée, la régularité devient plus difficile à contrôler lorsque la fréquence est inférieure ou égal à 5 minutes, et les exploitants considèrent souvent qu'une valeur de 3 minutes constitue une limite.

### **À propos de la qualité**

Avant toute chose, il convient de clarifier que la notion de *haut niveau de service* n'est pas nécessairement synonyme avec *haut niveau de technologie*. De plus, le concept de haut

---

niveau de service doit s'appliquer à l'intégralité du déplacement du voyageur. Deux approches peuvent être adoptées pour établir une définition : celle du niveau de service et celle de la qualité. Quelle que soit la méthode choisie, les caractéristiques des services doivent être formulées de manière explicite, en cohérence à la demande en matière de déplacement ainsi qu'aux préférences et aux priorités des clients.

Les instigateurs du projet identifient les facteurs qui nécessitent une amélioration : p. ex. la régularité/ponctualité, la fréquence, la gestion de la qualité, la vitesse commerciale, etc. Les caractéristiques et les performances du BHNS sont le reflet de ces exigences.

La fréquence, la régularité et la ponctualité sont les facteurs essentiels permettant de parvenir à un haut niveau de service. Ces caractéristiques définissent généralement les principaux indicateurs clés de performances adoptés (en association avec des méthodes de calcul variables) par les exploitants, que l'on retrouve dans les contrats de service.

Les voyageurs sont favorables aux transports en commun lorsqu'ils les jugent avantageux par rapport à l'utilisation de la voiture. Parmi les critères influençant cette décision, on compte la rapidité et/ou le coût, la facilité d'utilisation et la fiabilité, en particulier lorsqu'une politique forte est menée en faveur des transports en commun (p. ex. l'application de restrictions au stationnement en centre-ville, qui concerne un grand nombre de cas de BHNS étudiés dans le cadre de cette action COST).

La pratique européenne observée en matière de régularité atteint un taux compris entre 80 et 95 %, la valeur minimale proposée par la norme européenne EN 13816 étant de 80 %. L'expérience des BHNS a montré qu'un taux de 95 % de voyageurs « ayant un bus à l'heure » constitue un objectif réalisable. Ce facteur est indispensable pour gérer un service à haute fréquence (pour éviter les trains de bus) capable par voie de conséquence d'atteindre la capacité élevée attendue.

L'acceptation des BHNS par les citoyens est généralement satisfaisante. La qualité que le BHNS est capable d'offrir en matière de desserte, d'accessibilité et de sécurité est comparable à celle du tram.

### **À propos des avantages observés**

L'augmentation de clientèle observée est très variable : de 15 à 150 % ; un délai de plusieurs années (3 à 4 ans) apparaît nécessaire pour capter la clientèle. Le cas de la longue ligne périphérique de Jokerilinja (Helsinki) est impressionnant, celle-ci ayant connu une augmentation de 150 % sur 5 ans. Une augmentation de 15 % a été obtenue à Hambourg en 3 ans sur une ligne de bus existante très fréquentée, grâce à une meilleure stratégie d'identification et des améliorations.

L'augmentation de clientèle provient d'une association de plusieurs facteurs : amélioration de la fiabilité, raccourcissement des temps de parcours, augmentation du volume de service, amélioration de l'image et de la stratégie marketing, et politiques ciblées de contraintes imposées à l'automobile. Aucune relation directe n'a pu être observée avec le pourcentage de voies réservées, bien qu'il s'agisse souvent du facteur le plus important.

Les données recueillies mettent en évidence la capacité des projets de BHNS à parvenir à des taux de transfert modal de la voiture particulièrement importants : de 5 à 30 %. Ce résultat varie en fonction du contexte spécifique. Les taux d'utilisation des TC sont déjà élevés en Suède et aux Pays-Bas, alors que ceux de la voiture particulièrement constatés en France, en Irlande et en Espagne sont souvent plus élevés.

### **À propos des améliorations des réglementations routières**

Offrir au BHNS une priorité équivalente à celle du tramway lorsqu'il circule sur sa voie réservée. Dans les zones concernées, adapter la réglementation de la circulation et harmoniser la signalisation indiquant la priorité des tramways et des BHNS.

En d'autres termes, offrir au bus des règles de priorité identiques à celle du tram.

---

Améliorer la réglementation européenne relative aux équipements des BHNS, notamment pour les bus bi-articulés, la présence de portes des deux côtés du véhicule et l'installation de porte-vélos à l'avant du véhicule (comme aux États-Unis et au Canada)...

### **À propos des enjeux de recherche**

Cette « tournée d'étude » BHNS menée pendant 4 ans dans les villes européennes a permis de rassembler un grand nombre de données fournies par les exploitants, les autorités de transport ou recueillies au moyen d'enquêtes propres au COST. Certains points ont fait l'objet d'une étude plus approfondie grâce à la mise en place de 7 missions scientifiques.

Néanmoins, le besoin de collecte de données, de retours d'expériences et de recherche supplémentaire est toujours présent, principalement pour les éléments suivants :

- Évaluations des avantages et des impacts du BHNS allant au delà des considérations de performances techniques et de fréquentation,
- Conception et optimisation d'un BHNS,
- Mesures de la qualité/régularité,
- Amélioration/évaluation de l'approche système cohérente,
- Connaissances du marché potentiel du BHNS,
- Mécanismes de financement relatifs au BHNS,
- Recherche conjointe à partir des travaux menés en Europe sur le BHNS et aux États-Unis sur le BRT.

---

## 7. Annexes

### 7.1 Résumé des études de cas

#### 7.1.1 Ligne 213 – Prague



**Pays :** République tchèque      **Région / localité :** Prague (1,2 millions d'habitants)

**Type d'itinéraire :** tangential (liaison entre zone résidentielle et deux lignes de métro)

#### Contexte

La population de Prague est de 1,2 millions d'habitants sur une superficie de 496 km<sup>2</sup>. Prague se caractérise par une migration pendulaire très importante entre des zones résidentielles périphériques et le centre-ville, qui entraîne une demande importante en matière de transports en commun et de transports individuels. Trois lignes de métro (59,4 km) constituent l'élément central du réseau de TC. Au centre-ville et dans les zones centrales, elles sont soutenues par un réseau de trams (141,6 km) et de bus organisés en lignes tangentielles et locales s'éloignant du centre-ville (réseau de 690 km). Le métro, le tram et environ 92 % des lignes de bus urbaines sont exploités par Prague Public Transit Co. Inc., entreprise dont la Ville de Prague est propriétaire à 100 %. Au niveau régional, on observe la présence d'un certain nombre de lignes ferrées radiales (exploitées par les chemins de fer tchèques) et de nombreuses lignes de bus radiales, tangentielles et locales (sous la charge de différents exploitants). Depuis 1994 s'est développé le système de transport intégré de Prague (TIP), qui regroupe tous les modes de TC (trains et bus périphériques compris) et garantit une intégration des tarifs et une coordination des horaires afin de faciliter les échanges. La structure coordinatrice, ROPID, est également chargée de la planification du réseau et de l'établissement de contrats de services de TC (appels d'offres) avec les exploitants.

Au cours des 20 dernières années, une priorité significative a été accordée au développement des modes ferrés urbains (métro et tram), qui s'est accompagné d'investissements gigantesques dans l'extension du réseau. La situation des bus de TC s'est avérée plus complexe, en raison de l'augmentation du parc de véhicules privés et de la congestion quotidienne se produisant sur les principaux axes routiers, deux facteurs qui exercent une influence négative sur la ponctualité et la vitesse commerciale des bus. Les premiers projets de voies réservées pour les bus ont été lancés en 1994, suivis depuis 2003 par l'adoption d'une priorité active aux feux.

Afin d'améliorer la qualité et l'attractivité des bus de TC, une réflexion sur le concept de hiérarchisation du réseau de bus a été lancée (metrobus / bus classique / minibus). Ce projet est en cours de réalisation. Depuis 2008, le réseau de bus a connu une série de modifications mises en œuvre progressivement. Le développement de la priorité accordée au bus est également en progrès. La mise en œuvre du concept dans son ensemble, y compris de ses aspects marketing et promotionnel (le lancement officiel de l'opération metrobus), est encore en phase de discussion entre les parties prenantes.

#### Descriptif

##### **Infrastructure :**

Longueur : 10,25 km (16 % de voies réservées, partiellement partagées avec les trams ou les taxis/cyclistes)

---

Largeur des couloirs bus : sens unique : 3,25 m min.  
Distance interstation moyenne : 600 m  
Carrefours : intersection à niveau, priorité aux feux dans 27 % des cas

**Bus :**

Type : bus classiques (articulation prévue), 50 % à plancher bas  
Longueur : 12 m (prévu : 18 m avec 5 portes pour limiter la durée des arrêts)  
Capacité : 66 (prévu : 97)

**Outils STI :**

À destination des voyageurs (informations visuelles et vocales) :  
Aux stations : horaires statiques, automates de billetterie (principaux arrêts).  
À bord : numéro de ligne, direction, prochain arrêt, perturbations ou modifications du service, informations vocales à la demande pour les personnes aveugles (numéro de ligne et direction) et notification du conducteur de la montée à bord d'une personne aveugle.  
À destination des conducteurs : SAE, priorité aux feux, caméras de porte et arrière (véhicules neufs).  
À destination des régulateurs : SAE, liaison radio (avec bouton d'urgence et communication directe avec la police municipale), caméras de vidéosurveillance (aux arrêts et dans les véhicules neufs).

**Identification :**

Sur le bus : identique aux autres bus (logo et couleurs de l'entreprise, logo du TIP).  
Sur les voies de circulation : portions réservées uniquement, panneaux de signalisation conformes à la législation tchèque.  
Aux stations : identique aux autres lignes (panneau de service de bus, n° et direction de la ligne, couleurs uniformes)

Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

---

Coûts d'investissement : 0,03 M€/km (hors coûts relatifs aux véhicules)  
Véhicules : 0,20 M€ (classiques), 0,28 M€ (articulés)  
Coûts d'exploitation : 1,8 €/km

Quelques résultats

---

Fréquentation : 18 000 voyageurs/jour ouvrable  
Temps intervéhiculaires : 6 min (heures de pointe), 12 min (heures creuses)  
Amplitude horaire : de 05h00 à 00h30  
Régularité : 80 % de ponctualité (H-0 min ; H+2 min)  
Vitesse commerciale : 21,8 km/h (heures de pointe)  
Accidents : 2,1 accidents pour 100 000 km

Facteurs de réussite / points forts

---

Le soutien financier de la Ville de Prague aux transports publics (exploitation et investissement) est relativement important. Cela a abouti d'une part à une densité très importante de services de TC, et d'autre part à une tarification faible, entraînant un transfert modal de la voiture vers les TC (rapport 57/43 en faveur de ces derniers).

Les TC de Prague adoptent également une orientation client de par la gestion de la qualité. Le programme de qualité de service interne conforme à la norme EN 13816 mis en place en 1998 figure depuis 2010 dans tous les contrats établis entre la Ville de Prague et les exploitants du système de TIP. L'accessibilité des personnes handicapées constitue l'un des facteurs clés pris en considération : véhicules à plancher bas, ascenseurs d'accès au métro et informations vocales à la demande pour les personnes aveugles (dans le métro, le tram et le bus).

Les résultats obtenus par le réseau de bus de TC sont satisfaisants grâce l'usage de voies réservées et de la priorité aux feux. La proportion de bus articulés, qui sont plus efficaces sur les lignes à forte demande, est relativement élevée à Prague. Sur les véhicules neufs, l'utilisation d'un nombre de portes important (4 sur les bus de 12 m, 5 sur les bus de 18 m), qui permet de réduire le temps d'embarquement, s'est révélée efficace. L'intégration d'un nouveau système de caméras embarquées, qui permet de réduire le niveau de vandalisme, s'est également avérée positive.

Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

---

Une priorité significativement plus importante est toujours accordée aux modes ferrés (métro et tram) et, malgré un grand nombre de changements, le mode bus bénéficie toujours d'un niveau d'attractivité relativement faible. En conséquence, cela entraîne une réduction des fonds disponibles pour d'autres améliorations du système de bus. Le concept de BHNS (Metrobus) ne fait pas encore l'unanimité



---

parmi les parties prenantes, cette situation expliquant la mise en œuvre par étapes constatée actuellement.

#### Enseignements tirés

Les mesures de priorités, même lorsqu'elles sont mises en œuvre localement (courtes portions de voies réservées, priorité aux feux, priorité de passage aux carrefours ou pour faciliter le départ de la station, etc.), s'avèrent relativement efficaces. Le partage des voies et des arrêts de tram avec le bus permet d'obtenir de très bons résultats. La coopération avec la communauté des personnes handicapées est également relativement étroite (consultation pour la planification du réseau, notamment des lignes de bus spécifiques aux usagers de fauteuil roulant, pour la fabrication et l'équipement de nouveaux véhicules, pour les nouveaux outils d'information et les chartes graphiques, etc.).

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Institution : Prague Public Transit Co. Inc.

Référent : Jan BARCHÁNEK, [barchanek@dpp.cz](mailto:barchanek@dpp.cz), +420 296 133 010

### 7.1.2 Busway – Nantes



**Pays :** France - **AOT :** Nantes Métropole – 600 000 habitants (24 communes).



#### Contexte

Nantes Métropole est une agglomération regroupant près de 600 000 habitants. Depuis les années 1980, trois lignes de tramway y ont été réintroduites avec succès, avec un effet positif sur la qualité des quartiers concernés (amélioration des modes doux et de la qualité de l'espace public). La capacité requise pour le quatrième corridor, qui longe une autoroute (accès sud-est), était moindre, mais une qualité de mise en œuvre équivalente était attendue. Le système Busway (nommé ligne 4) a ainsi été mis en service le 6 novembre 2006 en tant que quatrième ligne structurante du réseau. Il relie la rocade au centre de Nantes en moins de 20 minutes, avec une fréquence de 3 minutes aux heures de pointe.

La ligne 4 est un système fondé sur le bus dont la mise en œuvre est identique à celle des lignes de tram : recours à une voie réservée centrale autant que possible, stations équipées de STI, priorité à tous les carrefours, fréquence élevée, amplitude horaire identique, 4 parcs relais, contact impossible avec le conducteur, identification spécifique avec bus circulant exclusivement sur cette ligne.

#### Descriptif

##### **Infrastructure :**

Longueur : 6,9 km (87 % de voie réservée, pas de partage avec d'autres modes ou lignes)

---

Largeur des couloirs bus : 3,5 m < sens unique < 4,5 m      6 m < double sens < 7,5 m.

Distance interstation moyenne : 500 m (15 stations).

Carrefours : 26 intersections à niveau (principalement des carrefours giratoires urbains ou de petite taille).

### **Bus :**

Type : 20 bus alimentés au CNG (conception spécifique pour cette ligne, poste de conduite clos, minirampes)

Longueur : 18 m.

Capacité : 110 voyageurs/bus (4 voyageurs/m<sup>2</sup>)

### **Outils STI :**

**À destination des voyageurs :** Aux stations : écrans d'information en temps réel, plans clairs, automates de billettique.

À bord : écrans d'information en temps réel (prochain arrêt/terminus, perturbations, temps d'attente pour les prochaines correspondances du réseau).

**À destination des conducteurs et des régulateurs :** SAE, commande du signal de priorité à tous les carrefours, signalisation d'aide à la conduite pour les carrefours (SAE), caméras de vidéosurveillance embarquées et dans certaines stations, parc relais.

**Identification : Sur les véhicules :** logo sur l'avant et des deux côtés, lignes et couleurs différentes des autres bus.

**Sur les voies de circulation :** contraste modeste grâce à un revêtement beige.

**Aux stations :** design, couleurs et marque distinctives.



### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

---

**Coût d'investissement moyen au km :** 8 M€ (3 fois moins qu'un projet de tramway).

**Coût d'un bus :** 460 000 € (+20 % par rapport à un bus articulé classique).

**Coût d'exploitation :** 4,90 €/km (entretien régulier des voies réservées compris).

### Principaux résultats

---

**Fréquentation :** demande aux heures de pointe : 2 000 voyageurs/heure/direction ; 28 000 voyageurs/jour ; proportion importante provenant du mode voiture (env. 30 %).

**Temps intervéhiculaires :** 3,30 min aux heures de pointe (3 min en septembre 2010) ; 7 min aux heures creuses.

**Amplitude horaire :** de 05h à 00h30 (19h30) – identique à celle des lignes de tram.

**Régularité :** (résultats 2009) : pour 98,5 % des voyageurs, l'attente ne dépasse pas le temps intervéhiculaire + 3 min.

**Vitesse commerciale moyenne :** 20 à 23 km/h, relativement stable (les variations sont uniquement liées à la charge).

**Accidents :** aucun accident important (8,55 événements/100 000 km), aucun accident mortel ; la plupart des blessures sont dues à des freinages d'urgence aux carrefours (plus nombreux que dans les bus classiques et le tram).

### Facteurs de réussite / points forts

---

Un processus de gestion identique à celui d'un projet de tram, **avec un soutien politique important.**

Un **contexte urbain favorable** (largeur disponible importante) sur 75 % de l'itinéraire.

**Intégration des principaux éléments qui font le succès du tram :** priorité à tous les carrefours, implantation centrale, stations confortables et toutes pourvues d'un système d'information, pas de vente de titres de transport par le conducteur, signalisation équivalente à celle du tram.

Un niveau de service efficace, identique à celui des lignes de tram : fréquence élevée, amplitude horaire importante, efficacité d'information, haute visibilité au sein du réseau, stratégie de marque.

---

### Difficultés / points faibles / aspects à surveiller

---

Phase de travaux difficile en raison de la suppression des places de stationnement.

Une fréquentation plus importante que prévu (+25 %), qui rend la ligne bondée aux heures de pointe (l'adoption de bus bi-articulés (24,5 m) peut s'avérer nécessaire ; l'itinéraire peut également être converti en ligne de tramway).

Problèmes de sécurité à certains départs de station : manque de visibilité des voies de circulation réservées aux voitures.

Problèmes d'ornierage aux stations pourvues d'un revêtement percolé.

### Enseignements tirés

---

L'attractivité d'un système fondé sur le bus est certes liée au véhicule en lui-même, mais elle est avant tout influencée par le service fourni, et donc par la qualité de l'infrastructure proposée.

Il est particulièrement intéressant de pourvoir le bus d'un niveau de priorité et d'une régulation identique à celle du tram (absence de passages piétons sur les voies réservées afin que le bus conserve la priorité sur tous les autres modes).

Il est très avantageux de disposer de compétences spécifiques au mode tram au sein de l'équipe de gestion, afin de doter le bus de caractéristiques identiques.

L'utilisation d'une mini-rampe (30 cm) adaptée à une bordure de quai de 27 cm de haut est efficace.

L'efficacité des mesures accordant la priorité au bus pour la traversée d'un grand nombre de petits carrefours giratoires est impressionnante.

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans amélioration	Conception améliorée (accessibilité)	Améliorées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billettique et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

---

Référent : Damien Garrigue

Téléphone : +33 2 40 99 49 45 ; e-mail : damien.garrigue@nantesmetropole.fr

### 7.1.3 Trans-Val-de-Marne – Paris (RATP)



Première phase : un niveau de protection élevé

**Pays :** France ; **Région / localité :** Île de France (11 millions d'habitants, 2,2 millions à Paris même).

**Type d'itinéraire :** périphérique orbital, sud de Paris.



#### Contexte

Le tronçon de 13 km de la première phase du projet Trans-Val-de-Marne (TVM), reliant Saint Maure Créteil au Marché international de Rungis, est mis en service en septembre 1993. Cette première phase inaugure également le réseau « ORBITALE » destiné à établir une ceinture de TC structurante autour de l'Île de France. Les chiffres suivants témoignent du succès de cette première phase :

1993 : 23 000 déplacements par jour, fréquence de 5 à 8 min, bus articulés identiques aux véhicules actuels. Les usagers des TC bénéficient d'un gain de temps pouvant atteindre 16 minutes entre les terminus.

1999 : 35 000 déplacements par jour, 1 200 voyageurs par heure et par direction aux périodes de pointe.

2007, avant la mise en œuvre de la deuxième phase : 54 000 déplacements par jour, fréquence de 3,5 min aux heures de pointe, itinéraire désormais relativement congestionné, mode bus (et sa capacité associée) conservé (bus articulés).

L'itinéraire de la deuxième phase du projet TVM (appelée extension Ouest), qui relie le Marché international de Rungis à la gare de la Croix de Bernis (7 km) est inauguré en juin 2007. Cette phase s'accompagne de certaines améliorations aux infrastructures de la première phase (intégralité de la surface de la chaussée, certaines stations, système d'informations dynamiques et caméras de vidéosurveillance). Le réseau affiche désormais 66 000 déplacements par jour.

La ligne TVM fait partie du réseau structurant, avec une amplitude horaire identique à celle des modes de niveau supérieur (métro).

#### Descriptif

##### **Infrastructure :**

Longueur 20 km (95 % de voie réservée, implantation principalement centrale avec bordure de protection).

Largeur des couloirs bus : sens unique : 3,5 m 6,5 m < double sens < 7 m.

Distance interstation moyenne : 700 m.

Carrefours : 6 carrefours dénivelés au-dessus de carrefours complexes ou d'autoroutes.

##### **Bus :**



39 bus articulés ; longueur : 18 m ; capacité : 101 (4 voyageurs debout au m<sup>2</sup>).

##### **Outils de STI :**

À destination des voyageurs (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Destination / temps d'attente / perturbations
	À bord	Prochain arrêt / terminus
À destination des conducteurs	Calcul d'avance/de retard, signalisation d'aide à la conduite aux carrefours	
À destination des régulateurs	Caméras de vidéosurveillance aux stations importantes, nouveau centre de contrôle	

---

**Identification :**

<b>Sur le bus</b>		2 logos sur les côtés, 1 logo à l'avant
<b>Sur les voies de circulation :</b>	Revêtement rouge	
<b>Aux stations :</b>		Logo et design spécifique (similaire au tram parisien)

---

**Coût et sources de financement si disponibles (en euros)**

1993 (première phase, 12,5 km) : 7,3 M€/km (17 % consacrés à la construction de ponts, véhicules non compris).

2007 (extension Ouest, 7 km) : 7,1 M€/km (avec 3 ponts : 7,5 M€).

Coût des bus : 0,5 M€/km, 300 000 €/bus.

Projet financé par l'AOT (STIF).

---

**Quelques résultats**

Indicateurs clés :

**Régularité** (chiffres de juillet 2008) : pour 95,80 % des voyageurs, l'attente ne dépasse pas le temps intervéhiculaire + 3 min.

**Vitesse de circulation :**

Première phase (vitesse commerciale moyenne)	21 km/h	Vitesse minimale (heures de pointe)	17 km/h
Extension (vitesse commerciale moyenne)	26 km/h	Vitesse maximale (heures creuses, premier service)	35 km/h
Vitesse commerciale moyenne globale	23 km/h		

---

**Facteurs de réussite / points forts**

**Voie réservée centrale dotée de carrefours dénivelés aux endroits clés**, non accessible aux vélos et aux véhicules pratiquant le covoiturage. Le TVM est ainsi capable de fournir un service haute fréquence (3,5 min) d'une qualité (régularité) relativement élevée, ce qui lui permet d'être certifié conforme à la norme Européenne.

**Un nouveau système SAE**, avec informations dynamiques aux stations et embarquées, qui offre le même niveau de confiance qu'un itinéraire structurant ferré.

**Une large amplitude horaire** : de 4h30 à 1h30 (21h) ; elle rend cette ligne aussi structurante que le métro.

**Une baisse de la consommation de carburant** après la deuxième phase (-6 %).

Une augmentation constante de l'attractivité (env. 7 % par an) pour atteindre aujourd'hui 66 000 déplacements par jour ; un résultat également dû à la **liaison avec 4 lignes de RER et une ligne de métro**.

---

**Obstacles / points faibles / aspects à surveiller**

Les utilisateurs peuvent encore **acheter leur ticket auprès du conducteur** (bien que les abonnements soient majoritaires).

Une circulation automobile dense associée à **une absence de priorité du bus dans la moitié des carrefours**, ce qui entraîne une perte de temps.

Une fréquentation importante **aux heures de pointe**, qui approche ses limites de capacité.

Le grand nombre de collectivités locales et de territoires impliqués rend la gouvernance d'un tel projet difficile.

---

**Enseignements tirés**

Avantage procuré par des voies réservées placées en position centrale, bien protégées et mises en évidence par un contraste efficace.

Avantage procuré par un système d'information efficace équipant les stations de l'itinéraire, complété par un système vocal et des caméras aux stations les plus fréquentées.

Il est intéressant que le conducteur conserve un rôle informatif, tout en disposant d'autres agents sur la ligne afin d'assurer un contact régulier avec les usagers.

---

**Référents et coordonnées pour de plus amples informations**

Institution : RATP (exploitant).

Référent : Pierre Becquard.

---

« Créalis », le nouveau véhicule destiné aux itinéraires de BHNS



#### 7.1.4 TEOR – Rouen



**Pays :** France - **AOT :** CREA (Communauté de l'agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe)  
495 000 habitants ; densité de 1 000 à 5 000 hab./km<sup>2</sup> au centre de l'agglomération.



##### Contexte

Le réseau structurant de l'aire urbaine de Rouen a été établi en 1994 avec l'inauguration d'une ligne de tramway se divisant en deux branches au sud. Elle a été baptisée « métrobus » en raison de sa portion souterraine assurant la liaison avec la gare ferroviaire.

L'étude d'un deuxième corridor orienté est-ouest, qui a occasionné deux ans de débats animés, a porté sur 4 solutions : 2 projets de tramway (roues en acier/caoutchouc), un projet de tramway à traction par câble et un projet de TVR (pentes pouvant atteindre 8 % aux extrémités de la ligne). C'est finalement un système fondé sur le bus qui est approuvé, Rouen devenant la première ville au monde à mettre en œuvre un système de guidage par caméra (Optiguide de Siemens). Cette solution, baptisée TEOR, se compose de trois lignes (T1, T2, T3) partageant une section centrale. La première phase est inaugurée en février 2001, la deuxième en juillet 2007. Le projet TEOR, mis en œuvre selon une approche « système » réussie, représente désormais le deuxième corridor de TC structurant de l'agglomération. Bénéficiant d'un bon niveau d'identification, il offre un haut niveau de service identique à celui du corridor de tram (haute fréquence, même amplitude horaire).

Le projet TEOR correspondant à sa toute première mise en œuvre, environ deux ans ont été nécessaires au système Optiguide pour parvenir à un niveau de fiabilité et de sécurité satisfaisant. Il fonctionne uniquement aux stations afin d'offrir des lacunes identiques à celles d'un tramway moderne.

##### Description des principaux composants du système

---

### **Infrastructure :**

Longueur : 29,8 km pour l'ensemble des trois lignes (4,5 km de section commune), 40 % en circulation mixte, 1 parc relais (950 places).

Largeur des couloirs bus : sens unique : 3,5 m ; 6,2 m < double sens < 7 m ; implantation principalement centrale.

Distances interstation : T1 : 526 m ; T2 : 561 m ; T3 : 438 m ; un seul parc relais (950 places) non encore utilisé à pleine capacité.

Carrefours : tous à niveau sauf un. Les véhicules sont prioritaires dans la quasi-intégralité des carrefours.



### **Bus :**

Bus guidés à l'aide du système Optiguide de Siemens : 38 Agora (Irisbus) et 28 Citelis (Irisbus). La capacité s'élève à environ 115/125 voyageurs pour 4 voyageurs debout par m<sup>2</sup>. Le système de guidage est uniquement actif au niveau des stations.

### **Outils STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	À toutes les stations	Information en temps réel : temps d'attente, perturbations (annonce vocale) ; automates de billettique
	À bord	Information en temps réel : prochain arrêt, terminus
<b>À destination des conducteurs</b>	Priorité à tous les carrefours, signalisation d'aide à la conduite pour les carrefours (SAE)	
<b>À destination des régulateurs</b>	Aux stations	Système de contrôle de sécurité
	À bord	Système de contrôle de sécurité

### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		1 logo sur l'avant et 1 logo sur l'arrière du bus
<b>Sur les voies de circulation</b>	Revêtement rouge	
<b>Aux stations</b>		Logo et design spécifique des stations

Automates de billettique : toutes les stations vont être équipées sur les deux quais ou un seul (une seule direction).

### **Coût et sources de financement si disponibles (en euros)**

Coût d'investissement (infrastructure, stations, véhicules, etc. compris) : 165 M€ au total, soit 5,5 M€/km.

Bus articulé guidé fonctionnant au diesel (18 m) : 450 000 € (10 % consacrés au système de guidage).

Projet financé par la collectivité locale avec subvention de l'État à hauteur de 18 %.

### **Données et résultats en matière de performances**

**Fréquentation :** 49 000 voyageurs/jour (+70 %) ; section commune souvent surchargée aux heures de pointe.

**Temps intervéhiculaires :** 2/4 min sur la section commune (6/10 min pour chaque ligne).

**Amplitude horaire :** de 5h08 à 22h15 (17h).

**Régularité :** 80 % des bus sont ponctuels (une mesure conforme à la norme européenne n'a pas encore été réalisée).

**Vitesse de circulation :** 17,5 km/h en moyenne.

**Accidents :** le taux n'est pas supérieur à celui des autres lignes de bus.

### **Facteurs de réussite / points forts**

Une **approche « système » complète** accompagnée d'une **stratégie de marque forte** appliquée aux 3 lignes : logo et couleurs spécifiques, stations spécifiques.

**Une visibilité et une identité fortes** qui participent à la qualité de service du système : toutes les voies réservées sont clairement mises en évidence par une couleur rouge faisant contraste ; en conséquence, elles sont en général bien respectées.

Une **fréquence importante, associée à une grande amplitude horaire** et à un système d'information efficace.

Le **système de guidage, intégré efficacement**, qui offre un bon niveau d'accessibilité (quasi-identique à celui d'un tram) sans exiger de rampes.

### **Obstacles / points faibles / aspects à surveiller**

**Un contexte urbain délicat** au centre de Rouen : quartier médiéval ; espace et vitesse réduits.

---

---

Le système montre des limites en matière de capacité (la liaison avec la ligne de tram est bondée aux heures de pointe).

**Difficultés à parvenir à un meilleur niveau de régularité :** fréquence importante sur la section commune, difficultés à créer une priorité efficace au niveau de certains carrefours complexes, achat de tickets auprès des conducteurs disponible jusqu'en 2011, certaines stations (portion ouest de la ligne T3) étant toujours en attente d'automates de billetterie (la CREA a fait de cette problématique une priorité).

**Une vitesse commerciale moyenne limitée** en raison de la relative densité du contexte urbain sur ces itinéraires.

**Problèmes d'orniérage aux stations :** la mise en œuvre d'une chaussée en béton pourrait être nécessaire ; utilisation du parc relais inférieure aux attentes.

#### Enseignements tirés

---

S'il repose sur un service efficace (fréquence, fiabilité), un système fondé sur le bus est en mesure d'offrir **une attractivité équivalente à celle d'une ligne de tram de qualité**. Parmi les attentes des voyageurs, **la garantie du temps de parcours** (régularité) constitue une priorité, devant l'augmentation de la vitesse commerciale.

La protection d'un couloir bus est légèrement **plus délicate que celle d'une voie de tram**. La mise en évidence des couloirs bus par un contraste important facilite beaucoup la sécurité et la mise en vigueur de leur respect ; dans le cas d'une ligne à fréquence et capacité élevées, l'accès des taxis et des vélos à la voie réservée doit être exclu.

Il est particulièrement avantageux d'**éviter toute vente de tickets par le conducteur** sur les lignes haute capacité bénéficiant de mesures de priorité aux feux.

Pour toute innovation technique (ici le guidage optique), **un certain délai est nécessaire** pour parvenir à un niveau de fiabilité satisfaisant pour l'espace public (environ 2 ans dans le cas présent).

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

---

Référent au sein de l'AOT (CREA) : Catherine Goniot ; [catherine.goniot@la-crea.fr](mailto:catherine.goniot@la-crea.fr)

Référent au sein de l'entreprise exploitante (TCAR) : Hervé Mauconduit ; [herve.mauconduit@veolia-transport.fr](mailto:herve.mauconduit@veolia-transport.fr)





### 7.1.5 Triskell – Lorient



*Le logo Triskell*

**Pays :** France **Région / localité :** Pays de Lorient (190 000 habitants répartis sur 19 communes locales)

**Type d'itinéraire :** structurant, fondé sur le bus.

#### Contexte

L'établissement, en 1985, d'un plan de déplacement urbain a donné lieu à un débat pour la sélection d'un BHNS ou de tram. En considérant le faible niveau de densité et l'étalement des aires urbaines, un éventuel projet de tram est jugé trop court et trop onéreux (avec une section commune de 2 km) tout en augmentant le nombre de correspondances pour la majorité des voyageurs. Une approche du projet reposant sur un BHNS desservant l'ensemble des trois corridors les plus fréquentés semble avantager un bien plus grand nombre d'usagers. Le choix du projet, baptisé Triskell (du nom du symbole celte composé de trois branches reliées à leur base), est validé en 1999. Il s'agit d'un projet strictement infrastructurel destiné à optimiser l'efficacité des voies de circulation sur ces trois corridors. Ainsi, le réseau de bus ne doit pas connaître de modification et demeure non hiérarchisé (pas de création de lignes de rabattement).

La première phase est inaugurée en septembre 2007 (4,6 km dotés d'une section centrale commune à 12 ligne de bus, 800 bus par jour). L'étude de la deuxième phase est en cours.

La première phase comprend également la construction d'un nouveau pont (circulation mixte avec priorité des bus aux accès au pont) qui raccourcit la distance entre le centre-ville de Lorient et la commune périphérique la plus proche (Lanester).

#### Description des principaux composants du système

##### **Infrastructure :**

Longueur (1<sup>ère</sup> phase) : 4,6 km (85 % de voies réservées, implantation centrale ou latérale, 15 % de circulation mixte) ; 15 stations

Largeur des couloirs bus : sens unique : 3,5 m ; double sens : 6,5 m

Distance interstation moyenne : 250 à 300 m, pôle d'échange avec la principale gare ferroviaire (12 000 voyageurs/jour)

Carrefours : tous à niveau, bus de la ligne Triskell prioritaires

Absence de parc relais (considéré comme inutile par rapport au plan de mobilité)

##### **Bus :**

Type et nombre de véhicules : bus classiques et articulés

##### **Outils STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Destination / temps d'attente
	À bord	Prochain arrêt / terminus
<b>À destination des conducteurs</b>	Calcul d'avance/de retard, bus prioritaire à tous les carrefours	
<b>À destination des</b>	Nouveau système de SAE	

régulateurs		
<b>Identification :</b>		
Sur le bus		Aucune identification
Sur les voies de circulation	Revêtement rouge pour mettre en évidence l'itinéraire grâce à un contraste important, même en zone de circulation mixte	
Aux stations		Design spécifique des stations

#### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Première phase : le coût total, investissement dans les véhicules excepté, s'élève à 31 millions d'euros HT, dont 11 millions pour la construction du pont (240 m). On obtient une moyenne de 6,7 millions d'euros au km.

Projet financé par l'AOT (Cap l'Orient).

#### Données et résultats en matière de performances

Indicateurs clés :

**Amplitude horaire :** 6h30 à 20h30 (14 heures).

**Temps intervéhiculaires :** 800 bus (12 lignes) par jour circulant sur la section commune ; aucune régularité n'est mise en place entre eux.

**Régularité :** gain de 7 min aux heures de pointe (l'écart-type des temps de parcours a fortement diminué).

**Vitesse de circulation :** de 17 à 21,5 km/h.

**Fréquentation :** 45 000 déplacements / jour, dont 19 000 sur la ligne 16 (2007).

#### Facteurs de réussite / points forts

En ce qui concerne la gouvernance, on observe une **organisation efficace**, Cap L'Orient assumant la responsabilité des transports publics, des aménagements routiers ainsi que de l'ensemble de communes : un avantage substantiel pour envisager la gestion d'un tel projet comme un système complet et cohérent réparti en plusieurs phases.

**La voie réservée centrale** de la section commune placée au centre du réseau, associée à de petits carrefours giratoires dépourvus de feux de signalisation, est impressionnante. Ce corridor est une « zone 30 » : les nombreux cyclistes et piétons évoluent désormais au sein d'un environnement plus sûr, dans un espace de mobilité bien plus accueillant. Grâce à une réduction importante de la circulation automobile, l'attractivité du centre de Lorient est désormais renforcée. Dans la mesure du possible, les rues à sens unique ont été transformées avec succès en rues à double sens (entraînant une réduction de la circulation).

L'objectif du projet consistant à **rendre le bus prioritaire**, même en circulation mixte, s'est révélé crucial ; à certains carrefours, des feux de signalisation permettant la régulation du trafic ont été mis en œuvre. La congestion n'est néanmoins pas un enjeu essentiel dans une aire urbaine telle que celle-ci.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

La régularité est un objectif **difficile à atteindre** sur le corridor central, qui regroupe un grand nombre de lignes, ainsi que des cyclistes et des piétons. Les usagers mettent parfois de la mauvaise volonté à accorder la priorité aux bus, car ils savent que les conducteurs sont toujours attentifs et que les véhicules sont capables de freiner efficacement (bien mieux qu'un tram).

**L'amplitude horaire demeure courte** (14 heures), comme c'est souvent le cas des petites aires urbaines.

Le système de billettique **n'a pas changé** : l'achat de titres de transport est possible auprès des conducteurs, ce qui constitue toujours une entrave à la régularité aux heures de pointe.

#### Enseignements tirés

La présence d'un niveau de gouvernance adapté assurant la prise en charge des enjeux infrastructurels et de l'aménagement urbain est particulièrement avantageuse.

La mise en œuvre de voies réservées contrastées avec priorité aux bus est un atout.

L'intégration d'un système d'information efficace aux stations les plus importantes de l'itinéraire est un plus.

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Autorité : Cap l'Orient



*Traversée prioritaire des carrefours giratoires sans feux de signalisation*

### 7.1.6 Ligne 5 du MetroBus – Hambourg



**Pays :** Allemagne ; **Région / localité :** Hambourg (1,8 millions d'habitants)

**Type d'itinéraire :** axe radial reliant la périphérie au centre-ville

#### Contexte

Le réseau de TC de Hambourg est constitué de trains régionaux et urbains (S-Bahn), d'un système de métro et, outre quelques lignes de ferry, d'un réseau de bus étendu. Malgré une augmentation constante de sa fréquentation, le réseau de bus était souvent éclipsé par le succès des systèmes ferrés. En 2001, l'exploitant municipal (Hamburger Hochbahn AG, HHA) tente de renforcer le réseau de bus par le transfert de certains éléments issus des réseaux ferrés. Le réseau de bus est divisé en un squelette composé de 22 lignes circulant sur des itinéraires clairs, rectilignes et fiables, et reposant sur des fréquences élevées, alors que la plupart des autres lignes sont conçues pour fournir des services complémentaires. Ces 22 lignes, qui constituent la structure de base du réseau, sont baptisées MetroBus. La réorganisation du réseau de bus est un succès, avec une augmentation de la fréquentation de 11 % en l'espace de trois ans.

Au sein du squelette MetroBus, c'est la ligne 5 qui connaît la demande la plus forte. Elle transporte environ 60 000 voyageurs par jour sur un axe radial menant au centre-ville et à la gare principale, et desservant plusieurs pôles d'échanges avec les réseaux ferrés. Jusqu'en 1978, certaines portions de l'itinéraire étaient desservies par une ligne de tram, dont l'ancienne voie permet désormais de

---

constituer un site propre. Suite à l'augmentation exceptionnelle de la fréquentation sur cette ligne, HHA décide d'introduire l'exploitation de bus bi-articulés à partir de fin 2005.

### Descriptif

---

#### **Infrastructure :**

Longueur : 14,8 km (27 % de voies réservées exclusivement aux bus, 6 % de circulation mixte avec les taxis et les véhicules de livraison)

Largeur des couloirs bus : 3,0 m < sens unique < 3,5 m      6,0 m < double sens < 7,0m

Distance interstation moyenne : 510 m (30 stations).

Carrefours : 37 intersections à niveau (majoritairement avec feux)

#### **Bus :**

Type : 24 bus bi-articulés


Longueur : 24,8 m

Capacité : 160 voyageurs/bus (4 voyageurs debout/m<sup>2</sup>)

#### **Outils STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Destination / temps d'attente / perturbations (informations partielles)
	À bord	Prochain arrêt / terminus
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE	
<b>À destination des régulateurs</b>	SAE, centre de contrôle, caméras de vidéosurveillance	

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Le nom de la ligne, « METROBUS » figure sur le panneau d'affichage avant.
<b>Sur les voies de circulation</b>	Aucune identification	
<b>Aux stations</b>		Logo affiché sur le panneau 

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

---

Coûts d'investissements : boucle du terminal : 1,4 M€ ; adaptation du dépôt : 0,5 M€ ; couloir bus existant (ancienne voie de tram)

Véhicules : 500 000 € par bus (estimation)

Projet financé par l'exploitant de transports.

### Quelques résultats

---

**Fréquentation :** 60 000 voyageurs/jour

**Temps intervéhiculaires :** Section centrale : 5 min ; section périphérique : 10 min

**Amplitude horaire :** de 4h30 à 0h30 (20 heures)

**Régularité :** non communiquée

**Vitesse commerciale :** 15,9 km/h (heures de pointe), 21,7 km/h (heures creuses)

**Accidents :** le taux n'est pas supérieur à celui des autres lignes de bus.

### Facteurs de réussite / points forts

---

Le système MetroBus représente les lignes bus structurantes du réseau garantissant un certain niveau de service, complété par des lignes proposant plusieurs niveaux de service inférieurs. Il contribue à rendre le réseau de bus plus clair, ainsi qu'à encourager son utilisation, auprès des usagers occasionnels. La spécificité des véhicules et l'intégration partiellement en site propre de la ligne 5 lui a assuré un succès supérieur à la moyenne. Le concept de MetroBus n'est pas pour autant onéreux : les investissements infrastructurels sont très faibles (à condition que les exigences établies demeurent raisonnables) et l'augmentation des coûts d'exploitation reste modérée.

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

---

Le concept de MetroBus ne permet pas de résoudre automatiquement les problèmes de performances. Il doit s'accompagner de mesures d'amélioration de l'exploitation (voies réservées si possible, priorité aux carrefours) et de la disposition des arrêts. Dans le cas de Hambourg, une optimisation de ces deux aspects est encore possible.

---

### Enseignements tirés

Le potentiel du bus va bien au delà de son acception classique, mais il convient de relever le niveau de service généralement associé à ce mode. La diversification, associée à une campagne promotionnelle efficace, peut constituer un facteur de succès peu onéreux.

---

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Référent : Thomas Knöller, +49 (0)7 11 66 06 20 20, knoeller@vvs.de

Wolfgang Marahrens, +49 (0) 40 32 88 25 66, wolfgang.marahrens@hochbahn.de



### 7.1.7 Ligne ÖPNV-Trasse (PT-way) – Oberhausen



**Pays :** Allemagne ; **Région / localité :** Oberhausen, 215 000 habitants

**Type d'itinéraire :** itinéraire principal desservant le nouveau centre-ville

---

### Contexte

Comme un grand nombre de villes de la région de la Ruhr, Oberhausen a souffert de la crise des industries minière et sidérurgique à partir des années 1970. En moins de vingt ans, la quasi-intégralité des mines de charbon et des aciéries, qui constituaient le socle économique de la ville, a été contrainte de fermer. Afin d'amortir ce déclin industriel, la ville d'Oberhausen a lancé un projet de développement urbain à grande échelle sur une friche industrielle située entre la vieille ville et la zone périphérique de Sterkrade. Il s'agit d'un immense centre commercial, associé à un parc de bureaux, des

services municipaux, des lieux culturels et un parc d'attraction, qui est devenu le centre d'un projet d'implantation à long terme.

Une bonne accessibilité en transports en commun aux quartiers plus anciens depuis le nouveau centre-ville constituait l'un des objectifs essentiels du schéma directeur. Afin de proposer des TC de qualité, une voie réservée aux bus et aux trams a été conçue. Partant de la gare ferroviaire centrale, située dans la vieille ville d'Oberhausen, elle rejoint la gare ferroviaire de Sterkrade en utilisant certains tronçons ferrés industriels abandonnés. L'inauguration de la ligne PT-way a lieu en juin 1996, quelques semaines seulement avant celle du nouveau centre commercial.

Sa mise en œuvre a entraîné des modifications importantes au niveau du réseau de TC d'Oberhausen, ainsi qu'une augmentation remarquable de ses performances d'exploitation. Parallèlement à la réorganisation du réseau de bus, le tram a été réintroduit après 28 ans d'absence. Pour ce faire, une ligne de tram de la ville voisine de Mülheim a été prolongée jusqu'à Sterkrade, en desservant la vieille ville d'Oberhausen. Actuellement, la ligne PT-way est empruntée par le tram ainsi que 6 lignes de bus, assurant le transport de 25 000 voyageurs par jour sur cette section.

### Descriptif

#### **Infrastructure :**

Longueur : 6,3 km (double sens) + 0,5 km (sens unique)

Largeur des couloirs bus : 3,6 m (sens unique) 7,2 m (double sens)

Distance interstation moyenne : 1 000 m (6 stations)

Carrefours : 3 carrefours dénivelés, 1 intersection à niveau (avec priorité aux feux)

#### **Bus / trams :**

Type : pas de parc de véhicules spécifiques à la ligne PT-way (bus classiques et articulés, trams à voie métrique)

Longueur : 12,0 m / 18,0 m / 28,6 m

Capacité : 70 voyageurs/bus ; 110 voyageurs/bus ; 170 voyageurs/tram (4 voyageurs debout/m<sup>2</sup>)

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Destination / temps d'attente / perturbations
	À bord	Prochain arrêt / terminus
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE	
<b>À destination des régulateurs</b>	SAE, centre de contrôle, caméras de vidéosurveillance	

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>	Pas d'identification
<b>Sur les voies de circulation</b>	La ligne PT-way constitue uniquement une section principale au sein du réseau ;
<b>Aux stations</b>	certaines lignes l'empruntent, d'autres pas.

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Coûts d'investissements : PT-way + tram (3 km) : 130 M€ ; adaptation des arrêts : 8 M€ ; adaptation du dépôt : 0,8 M€ ; SAEIV : 5,5 M€

Véhicules : 6 trams, 29 bus articulés, 24 bus classiques : 23 M€ (pour l'ensemble de l'extension du réseau)

Projet financé par des subventions de l'État et l'exploitant de transports :

Coût d'investissement : État : 75 %, exploitant : 25 % ; véhicules : État : 20 %, exploitant : 80 %.

### Quelques résultats

**Fréquentation :** 25 000 voyageurs/jour sur la ligne PT-way, 125 000 voyageurs/jour sur l'ensemble du réseau

**Temps intervéhiculaires :** 1,5 min (heures de pointe) ; 2,0 min (heures creuses)

**Amplitude horaire :** de 5h00 à 22h30 (18,5 heures)

**Régularité :** non communiquée

**Vitesse commerciale :** 34 km/h (toutes heures, ligne PT-way uniquement)

**Accidents :** moins d'un accident par an (ligne PT-way uniquement)

### Facteurs de réussite / points forts

La voie réservée offre une vitesse commerciale élevée et un excellent niveau de fiabilité pour le bus et le tram. Les deux modes sont acceptés par les clients sans distinction perceptible. La convergence de différentes lignes sur la section principale garantit une accessibilité parfaite au nouveau centre-ville.

---

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

La ligne PT-way a été mise en œuvre sur une friche industrielle, ce qui a simplifié sa réalisation. Une implantation au sein d'un quartier existant aurait été bien plus difficile. Pour des raisons économiques, la complexité de l'infrastructure doit pouvoir être justifiée par la mise à disposition d'un service offrant des temps intervéhiculaires réduits. Cette solution n'est pas adaptée à des lignes périphériques.

### Enseignements tirés

Lorsque le bus offre une qualité de service identique à celle du tram, l'acceptation s'adapte en conséquence.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Référent : Thomas Knöller, +49 (0) 7 11 66 06 20 20, [knoeller@vvs.de](mailto:knoeller@vvs.de)  
Ute Koppers-Messing, +49 (0) 20 86 35 81 00, [u.koppers-messing@stoag.de](mailto:u.koppers-messing@stoag.de)



Temps d'attente

Station du nouveau centre-ville

Sur le panneau au centre: « Betreten der Bahnanlagen verboten » – gemäss BOStrab § 58

## 7.1.8 Ligne Spurbus (bus à guidage par bordure) – Essen



**Pays :** Allemagne ; **Région / localité :** Essen (575 000 habitants) ; **Type d'itinéraire :** axe radial reliant la périphérie au centre-ville

### Contexte

Les conflits croissants entre les besoins des automobilistes et les objectifs de revalorisation des centres-villes ont conduit, dans le contexte du premier choc pétrolier, à une renaissance des transports publics allemands au début des années 1970. Grâce au soutien d'un nouveau fonds national de développement, un grand nombre de villes ont entrepris la transformation de leurs réseaux de tramway

existants en systèmes ferroviaires légers. Aux centres-villes, les voies ont souvent été redéployées dans des tunnels afin d'améliorer la vitesse commerciale des lignes de transport léger sur rail et de ménager de l'espace pour créer des aires piétonnes attractives. L'évolution du tram en ferroviaire léger s'est accompagnée de la mise en place de réseaux ferrés périphériques attractifs (S-Bahn) dans la plupart des agglomérations les plus importantes.

L'amélioration des transports ferrés à l'échelle nationale a suscité la préoccupation des experts des transports et des constructeurs de bus, craignant que l'image du bus, un mode demeurant indispensable, ne pâtisse de cette évolution. Ainsi est née l'idée de faire profiter au bus des avantages des nouvelles sections de ferroviaire léger, en particulier des tunnels. Étant donné la largeur limitée disponible, et pour des raisons de sécurité, il est apparu évident que les bus devraient être guidés. L'exploitant de transports de la ville d'Essen (EVAG) lance ainsi un projet de recherche sur les bus guidés au début des années 1980. Le projet bénéficie alors du soutien du ministère fédéral allemand chargé de la recherche et des technologies.

Dans le cadre du projet d'Essen, plusieurs kilomètres de voies destinées aux bus guidés sont mis en œuvre ; certaines sont réservées au bus, d'autres prévoient un usage mixte bus/tram. Les tunnels rendant obligatoire la présence d'un système de propulsion électrique, le développement de bus dotés d'un système de propulsion bi-mode (électrique et diesel) est avancé. Cependant, le projet est confronté à un problème : dans les tunnels, les caténaires adaptées aux deux modes ne sont pas en mesure de fournir aux bus une alimentation électrique fiable.

Finalement, le manque de fiabilité du système conduit à l'abandon de l'idée d'une utilisation combinée des sections souterraines par le tram et le bus. En surface, les bus guidés ne procurent pas suffisamment d'avantages pour justifier la construction et l'entretien d'une voie réservée. Peu à peu, les voies de guidage sont abandonnées, à l'exception de celles implantées sur la bande centrale de l'autoroute 40, la bande étant trop étroite pour permettre la circulation des bus sans guidage.

### Descriptif

#### Infrastructure :

Longueur : 16,4 km (ligne de bus 146), 12,2 km (ligne de bus 147), 76 %/67 % de circulation mixte  
4,4 km de section commune (90 % [4,0 km] de voie réservée)

Largeur des couloirs bus : 2,9 m (sens unique) 6,4 m (double sens, avec espace réservé au poteau caténaire)

Distance interstation moyenne : 800 m (6 arrêts, voie de guidage uniquement)

Carrefours : aucun (sur la bande centrale, l'accès à la voie de guidage est dénivelé)

#### Bus / trams :

Type : bus articulés classiques équipés de rouleaux de guidage

Longueur : 18,0 m

Capacité : 110 voyageurs/bus (4 voyageurs debout/m<sup>2</sup>)

#### Outils de STI :

À destination des voyageurs (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Aucun
	À bord	Prochain arrêt / terminus
À destination des conducteurs	SAE	
À destination des régulateurs	SAE, centre de contrôle, caméras de vidéo surveillance	

#### Identification :

Sur le bus	Aucune identification La voie de guidage se résume à une section du réseau utilisée par deux lignes de bus.
Sur les voies de circulation	
Aux stations	

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Coûts d'investissements : données non disponibles

Véhicules : 350 000 € (estimation)

L'infrastructure est un reliquat d'un projet de recherche d'envergure financé par le ministère fédéral allemand chargé de la recherche et des technologies et par l'exploitant de transports.

### Quelques résultats

**Fréquentation :** 17 000 voyageurs/jour (sur les deux lignes et la longueur totale)

**Temps intervéhiculaires :** 10 min (toutes heures)

**Amplitude horaire :** de 04h00 à 23h20 (19,5 heures).

**Régularité :** non communiquée



---

**Vitesse commerciale :** 16,7 km/h (ligne de bus 146) ; 16,3 km/h (ligne de bus 147) ; 30 km/h (voie de guidage uniquement)

**Accidents :** moins d'un accident par an (voie de guidage uniquement)

#### Facteurs de réussite / points forts

La voie de guidage permet d'obtenir une vitesse commerciale élevée, un trajet confortable et une fiabilité remarquable. L'espace nécessaire aux bus guidés est plus étroit que pour les bus classiques, en particulier avec une vitesse maximale de 80 km/h. Les sections de voie de guidage, réalisées en béton, font preuve d'une durée de vie importante.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

En raison de sa bordure, la voie de guidage constitue une barrière qui ne permet les intersections à niveau ni aux voitures, ni aux piétons. Cette contrainte rend la mise en œuvre du système difficile dans les zones densément peuplées. En outre, les avantages en matière de temps de parcours et de confort procurés par les courtes sections guidées mises en œuvre dans ces zones sont souvent insuffisants pour justifier les dépenses supplémentaires exigées par l'infrastructure spécifique requise. Les tentatives d'implantation des bus guidés dans les tunnels des lignes de tramway ou de TLR ont échoué en raison de la complexité de l'alimentation électrique nécessaire et de l'intégration difficile de la solution au sein du système de signalisation.

#### Enseignements tirés

Les bus à guidage par la bordure peuvent constituer une solution efficace pour les liaisons de niveau supra-local.

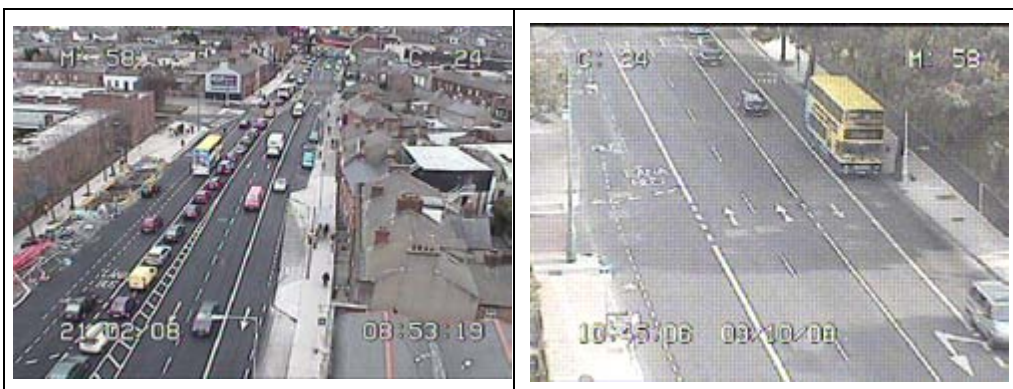
#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Référent : Thomas Knöller, +49 (0) 7 11 66 06 20 20, [knoeller@vvs.de](mailto:knoeller@vvs.de)

Prof. Hans Ahlbrecht, +49 (0) 17 28 26 39 10, [hans.ahlbrecht@t-online.de](mailto:hans.ahlbrecht@t-online.de)



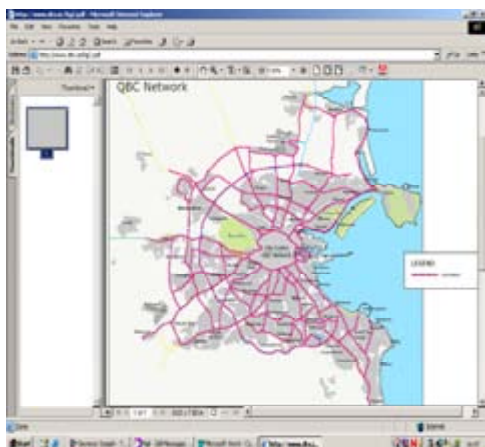
### 7.1.9 Ligne Quality Bus Corridor (QBC) de Malahide Road - Dublin



**Pays :** Irlande **Région / localité :** Dublin **Type d'itinéraire :** axe radial reliant la périphérie au centre-ville.

### Contexte

La ville de Dublin a recours aux couloirs bus depuis les années 1980 afin d'améliorer les conditions d'exploitation des bus, qui circulent au sein d'un réseau de rues de plus en plus encombré. Au cours des années 1990, le concept de « Quality Bus Corridor » démontre son efficacité : entre autres mesures de gestion du trafic favorisant sa circulation, il implique une mise en liaison des couloirs bus pour faire bénéficier à ce mode d'une priorité semi-continue. S'appuyant sur cette réussite, un réseau de QBC, dont les couloirs bus de qualité s'étendent sur l'ensemble de l'aire urbaine, est conçu pour Dublin. Sur les 400 km de lignes planifiés, 200 km sont en exploitation et 50 autres à différents stades de conception ou de mise en œuvre. Un service spécifiquement chargé du réseau de QBC a été créé pour gérer l'ensemble des enjeux de conception, de consultation publique et de mise en œuvre. La ligne QBC de Stillorgan Road, qui a permis de réduire de moitié les temps de parcours et qui transporte environ 5 000 voyageurs aux heures de pointe du matin, constitue le projet phare de ce réseau. Ce résumé présente la ligne de QBC de



Malahide Road, dont les performances reflètent les caractéristiques moyennes qu'on peut attendre d'un tel système.

### Descriptif

#### Infrastructure :

Longueur : 6,4 km (59 % de couloirs bus, taxis autorisés, arrêts/livraison interdits, exploitation entre 07h00 et 19h00)

Couloirs bus : entre 3 et 4 m, implantation latérale, mise en valeur visuelle, zones d'arrêt, pas de voies de dépassement dédiées

Carrefours : intersections à niveau (principalement pourvues de feux, actuellement sans priorité aux bus)

**Bus :** bus à impériale classiques, 10 à 12 m, plancher bas, motorisation diesel, 76 places assises/15 places debout

#### Outils de STI :

À destination des voyageurs (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Information des voyageurs en temps réel opérationnelle en 2011.
	À bord	Signalisation et informations classiques
À destination des conducteurs	SAE, caméras de vidéosurveillance à bord	
À destination des régulateurs	SAE, caméras de vidéosurveillance à bord	

#### Identification :

Sur le bus	Signalisation et informations classiques
Sur les voies de circulation	Marquage et signalisation classiques du couloir bus
Aux stations	Signalisation et informations classiques

#### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Coût d'investissement moyen au km : 4,5 M€

#### Quelques résultats

**Fréquentation :** 4 766 voyageurs aux heures de pointe du matin, (de 07h00 à 10h00) ; augmentation de 50 % depuis 1997 ; 17 % de la croissance issue d'un transfert modal depuis la voiture.

**Temps intervéhiculaires :** heures de pointe : env. 2/3 min (itinéraires multiples) ; heures creuses env. 3 min (itinéraires multiples)

**Amplitude horaire :** de 06h30 à 23h30

**Vitesse commerciale moyenne :** 16 à 18 km/h

### Facteurs de réussite / points forts

Une solution pratique et rentable qui a permis une amélioration significative de la vitesse, de la fiabilité et de la fréquentation des bus. Le projet est parvenu à s'assurer le soutien et l'acceptation de la sphère politique. La mise en place d'un service responsable du réseau QBC offre une source professionnelle spécifique permettant une systématisation de la mise en place du QBC sur l'ensemble de l'agglomération de Dublin. Un financement annuel de 30 à 40 millions d'euros jusqu'en 2011 offre au programme les garanties dont il a besoin en matière d'échelle et de continuité. Le financement est coordonné avec d'autres ressources, notamment les programmes de construction routière, dont les conceptions prévoient l'intégration de couloirs bus. Le respect des couloirs bus est maintenu en vigueur efficacement grâce à une collaboration étroite avec la *Garda Síochana* (police irlandaise).

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Le manque d'espace / la largeur limitée de la route et les usages parfois concurrents assignés à la chaussée/aux bordures limitent les possibilités dans certaines zones critiques. La consultation publique peut s'avérer précieuse, mais la longueur de la procédure permet à d'éventuels groupes locaux d'organiser leur opposition. La construction concerne principalement les rues de la ville, ce qui engendre des perturbations. Le manque de maîtres d'œuvre et de consultants expérimentés peut s'avérer problématique, de même que la rétention du personnel de conception expérimenté. Le développement d'un nouveau cadre institutionnel et réglementaire pour le transport des voyageurs a fait l'objet d'un retard conséquent (premiers éléments du cadre principal établis en décembre 2009). Ainsi, aucun mécanisme ne permet de garantir une gestion des évolutions des services de bus coordonnée avec la mise en œuvre des lignes de QBC. L'implantation de systèmes de billetterie intégrés et d'information des voyageurs en temps réel a été retardée ; elle était en cours de déploiement en 2010-2011, de sorte que l'offre complète en matière de qualité de service est encore en phase de mise en œuvre.

### Enseignements tirés

La mise en place d'un service spécifique et professionnel est cruciale pour un projet à l'échelle d'une ville. La présence d'un programme de financement engagé et étalé sur plusieurs années a constitué un élément essentiel du succès du projet en matière de développement durable. L'absence d'un mécanisme de planification et de mise en œuvre des évolutions des services de bus a réduit leur efficacité dans certains domaines. Les retards de mise en œuvre de systèmes de STI (billetterie à carte à puce sans contact, SAE, priorité aux feux) a augmenté la durée des arrêts aux stations et aux carrefours ; par conséquent, l'ensemble des avantages attendus en matière d'exploitation et de qualité n'ont pas encore été atteints (prévus pour 2011).

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billetterie et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

---

[Référénts et coordonnées pour de plus amples informations](#)

Institution : Quality Bus Corridor Network Office ; référent : Anne McElligott, Project Manager  
Téléphone : +353.1.6860100 ; e-mail : [anne.mcelligott@dublincity.ie](mailto:anne.mcelligott@dublincity.ie)

### 7.1.10 Réseau LAM – Brescia



*La ligne LAM 1 à Brescia (Linee ad Alta Mobilità)*

**Pays :** Italie ; **Région / localité :** Brescia ; **Type d'itinéraire :** structurant sur l'ensemble du réseau

#### [Contexte](#)

Brescia est une municipalité de 191 618 habitants située au nord de l'Italie. Elle est la capitale de la province du même nom, dans la région de la Lombardie, qui présente une superficie de 90,68 km<sup>2</sup> et une densité de population de 2 113 hab./km<sup>2</sup>. L'aire métropolitaine regroupe environ 500 000 habitants.

Le réseau de TC compte 18 lignes de bus exploitées dans 14 municipalités de l'arrière-pays de Brescia. La zone d'influence regroupe environ 360 000 habitants.

Deux consortiums se partagent la gestion des transports publics périurbains permettant de voyager vers la province. Une ligne de TLR (AGT), qui sera exploitée au sein de la municipalité, est actuellement en cours de construction.

Trois lignes de LAM (Linee ad Alta Mobilità) sont en exploitation dans la ville de Brescia depuis 2006.

1 Mompiano – Masaccio ; LAM 1 (ligne rouge)

2 Pendolina – Chiesanuova ; LAM 2 (ligne bleue)

3 [Mandolossa](#) - [Rezzato](#) ; axe Nord/Sud (Virle).

Ces lignes représentent les projets assimilables au BHNS mis en œuvre le plus récemment en Italie. Les lignes 1 et 2 traversent l'aire urbaine, tandis que la ligne 3 est exploitée dans la zone périphérique de la ville.

La conception du réseau LAM s'inscrit dans un vaste plan de mobilité dont les principaux objectifs sont la mise en œuvre d'une fréquence de service et d'une régularité plus importantes et l'obtention d'une mobilité élevée.

Les deux lignes de BHNS, LAM 1 et LAM 2 (associées aux lignes de bus conventionnelles), participent à un système de rabattement rattaché au système de transport ferré ; il permet d'améliorer les échanges entre les systèmes de transports en commun urbains et périurbains. La mise en œuvre des lignes du système de BHNS a entraîné une modification des lignes classiques.

#### [Descriptif](#)

---

**Infrastructure :**

Longueur : 14 km pour LAM 1 ; 13,8 km pour LAM 2 ; voies réservées : 15 % seulement, accès protégé par des bordures longitudinales

Partage avec les cyclistes, les taxis et la sécurité civile

Distance interstation : 270 m pour LAM 1 ; 188 m pour LAM 2 ; hauteur des bordures : 16 cm

**Bus :**

43 bus classiques (méthane) ; plancher bas, rampe manuelle.

**Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Informations en temps réel ou sur téléphone portable
	À bord	Prochain arrêt, direction
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE associé au GPS, caméras de vidéosurveillance pour des raisons de sécurité	
<b>À destination des régulateurs</b>		

**Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Oui, indication du nom de l'itinéraire : LAM (Linee bus ad Alta Mobilità)
<b>Sur les voies de circulation</b>	non	
<b>Aux stations</b>		Stations spécifiques fournissant tous types d'informations

---

**Coût et sources de financement si disponibles (en euros)**

Données non disponibles

**Quelques résultats**

**Fréquentation :** 12 000 déplacements par jour sur les deux lignes de LAM, 3 800 km parcourus quotidiennement

**Temps intervéhiculaires :** 5 à 8 min pour la ligne LAM 1 ; 7 à 12 min pour la ligne LAM 2

**Amplitude horaire :** 19 heures

**Régularité :** 75 %, niveau faible

**Vitesse commerciale :** 15 km/h pour la ligne LAM 1 ; 16 km/h pour la ligne LAM 2

**Accidents :** 1,9 accidents pour 100 000 km (taux faible)

**Facteurs de réussite / points forts**

L'investissement dans un SAE, l'information en temps réel des voyageurs, un parc constitué à 100 % de véhicules à plancher bas et une bien meilleure fréquence de service.

**Obstacles / points faibles / aspects à surveiller**

Manque de priorité aux carrefours, stratégie de marque faible, seuils de gestion de la qualité non atteints, faible vitesse commerciale en raison de l'espace réduit.

**Enseignements tirés**

L'avantage présenté par un SAE qui contribue à la conception de l'ensemble des lignes structurantes, une première étape essentielle qui permet de justifier / d'évaluer l'intérêt que représente un tel projet de BHNS.

**Référents et coordonnées pour de plus amples informations**

Institution : Università Reggio Calabria ;

Référent : Professor Domenico Gattuso ; [domenico.gattuso@unirc.it](mailto:domenico.gattuso@unirc.it)



Arrêts de bus des lignes LAM



Centre de contrôle du SAE

---

### 7.1.11 Réseau LAM – Prato



Chaque ligne LAM est identifiable par sa couleur. Ici, un bus de la ligne rouge (LAM, Linee ad Alta Mobilità)

**Pays :** Italie ; **Région / localité :** Prato ; **Type d'itinéraire :** structurant sur l'ensemble du réseau de bus

#### Contexte

Municipalité italienne de 186 821 habitants, Prato est la capitale de la province du même nom depuis 1992. Prato est l'une des villes les plus importantes du centre de l'Italie (la troisième en population derrière Rome et Florence) ; elle se place 18<sup>ème</sup> à l'échelle du pays. La région de Prato couvre 97,59 km<sup>2</sup> pour une densité de population de 1,916 hab./km<sup>2</sup>. L'aire urbaine s'étale sur une plaine délimitée par deux cours d'eau : le Bisenzio au nord et l'Ombrone Pistoiese au sud. Malgré ses nombreux monuments et sites historiques, Prato n'est pas considérée comme une destination touristique d'importance : le nombre de visiteurs demeure limité. Les systèmes de transports en commun de la ville regroupent un réseau ferré (liaisons régionales et nationales) ainsi que des lignes de bus urbaines et périphériques. Deux lignes de chemin de fer traversent la ville de Prato : la ligne Florence-Prato-Pistoie-Lucques-Viareggio et la ligne Florence-Bologne. La première est une ligne régionale offrant une liaison avec la ville de Florence et l'ouest de la Toscane ; la seconde est un tronçon de la ligne Milan-Naples. Ces lignes, qui comptent parmi les principaux itinéraires du pays, soulignent l'importance de Prato comme ville étape. Prato dispose de trois gares ferroviaires :

- Prato Centrale (regroupant les lignes Intercity et Eurostar) ;
- Prato Porta al Serraglio (automates de billetterie uniquement) ;
- Prato Borgonuovo (automates de billetterie uniquement).

La construction de trois autres gares est prévue : La Querce, Mazzone et S. Lucia.

Le réseau de transports en commun urbain et périphérique se fonde sur différentes lignes de bus exploitées sur l'ensemble de la région de Prato. L'institution responsable de la gestion des transports publics est la CAP (Cooperativa Autotrasporti Pratese). Parmi les 12 lignes en exploitation figure une ligne de BHNS reliant le centre-ville à la périphérie.

5 lignes de LAM (Linee ad Alta Mobilità), offrant un service à haute fréquence et d'un niveau de confort élevé, sont en exploitation dans la ville de Prato depuis 2003/2005 : les lignes bleue, verte, rouge, bleu clair et violette. La description qui suit concerne les trois premières, qui desservent l'aire urbaine, alors que les lignes bleu clair et violette assurent les liaisons entre le centre-ville et la périphérie.

#### Descriptif

---

##### **Infrastructure :**

Ligne bleue : 16,54 km, dont 6,1 km de voie réservée ; distance interstation : 318 m.

Ligne verte : 11,07 km, dont 1,64 km de voie réservée et comprenant un carrefour dénivelé ; distance interstation : 257 m.

Ligne rouge : 55,87 km, dont 2,43 km de voie réservée ; distance interstation : 404 m.

Les lignes ne présentent pas de points de conflit avec les autoroutes et les liaisons routières à grande vitesse. Une priorité aux feux est accordée aux lignes de BHNS. Afin favoriser le développement des

systèmes de transports en commun et de décourager la circulation automobile, le plan définit également une zone à circulation limitée (ZTL).

Le dépassement est uniquement autorisé à proximité de trois arrêts de bus. La hauteur du quai, de 30 cm, est identique à celle du plancher des bus. Les arrêts sont équipés d'automates de billetterie mais sont dépourvus de dispositifs d'information des voyageurs.

#### **Bus :**

24 bus et midibus classiques fonctionnant au diesel ; identification par couleur, plancher bas et rampe manuelle. La possibilité de valider les tickets et les abonnements sans contact constitue l'un des éléments clés de ces lignes de BHNS.

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Pas d'information en temps réel
	À bord	Validation sans contact
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE en cours de mise en œuvre	
<b>À destination des régulateurs</b>		

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Oui ; nom et couleur de l'itinéraire (LAM) (Linee bus ad Alta Mobilità)
<b>Sur les voies de circulation</b>	non	
<b>Aux stations</b>		Quelques stations spécifiques

#### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Comme le montre le tableau ci-dessous, le coût des voies réservées demeure très faible (0,5 M€/km) par rapport à d'autres systèmes de BHNS « complets ». De plus, un budget de 200 000 euros avait déjà été consacré à la réalisation d'un pôle d'échange. En ce qui concerne les coûts d'exploitation, le parc effectue 1 600 000 km par an.

	<b>Ligne LAM bleue</b>	Ligne LAM verte	<b>Ligne LAM rouge</b>
Coûts de mise en œuvre de l'infrastructure (en euros)	86 000	90 000	350 000
Coûts annuels d'exploitation (en euros)	1 300 000	920 000	1 800 000
Coûts de mise en œuvre du pôle d'échange (en euros)	200 000		

#### Quelques résultats

**Fréquentation :** 23 000 déplacements/jour pour ces trois lignes de LAM (220/440 déplacements/h en période de pointe), soit une augmentation de 57 %.

Temps intervéhiculaires : 7 à 8 min aux heures de pointe

**Amplitude horaire :** de 5h40 à 21h20 environ (16 heures seulement).

**Régularité :** le contrôle qualité est confié à une agence indépendante (variabilité des temps de trajet : 22 %).

**Vitesse commerciale :** ligne bleue : 18,8 km/h ; ligne verte : 16 km/h ; ligne rouge : 18,4 km/h (+5 %)

#### Facteurs de réussite / points forts

La priorité aux feux, associée à une approche adéquate des voies réservées, était nécessaire. Les approches des aspects « réseau » et de la stratégie de marque sont très judicieuses. Il s'agit d'un système très bon marché pour une aire urbaine à faible densité, qui peut en outre bénéficier d'améliorations ultérieures.

Plancher bas sur l'intégralité des véhicules, fréquence bien meilleure.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Pas de SAE, pas d'informations dynamique (dispositifs en cours d'étude). Faible amplitude horaire.

#### Enseignements tirés

Avantages d'une approche « système » et « réseau » très judicieuse associée à une excellente liaison avec le réseau ferré.



*Valideur embarqué*



*Arrêt de bus spécifique à la ligne bleue*

### 7.1.12 Lignes Zuidtangent – Amsterdam



*L'impressionnant pôle d'échange avec l'aéroport Schiphol*

**Pays :** Pays-Bas ; **Région / localité :** région d'Amsterdam (1 400 000 habitants) ; **Type d'itinéraire :** périphérique, au sud d'Amsterdam

#### Contexte

Une première étude de la future ligne Zuidtangent est lancée en 1987. Elle se justifie alors pour les principales raisons suivantes : l'évolution de l'urbanisme (émergence de nouveaux sites résidentiels et de bureaux), l'augmentation de la congestion sur le réseau routier, la présence d'un aéroport international de grande envergure dont l'influence sur l'économie de la région est croissante, la qualité insuffisante des TC existants, qui ne sont pas orientés vers le centre-ville d'Amsterdam, et l'organisation d'une exposition florale d'importance à l'été 2002.

Par contre, la demande estimée à l'époque est considérée comme insuffisante pour opter pour une solution de tramway.

Le système est développé au cours des années 1990 par l'autorité régionale d'Amsterdam (Stadsregio Amsterdam) et la province de la Hollande-du-Nord. Le projet a pour ambition de créer un système de transports en commun de qualité supérieure à mi-chemin entre le bus classique et le tram et capable d'offrir un haut niveau de flexibilité afin de s'adapter aux contraintes d'espace imposées par le centre historique de Haarlem. Le premier itinéraire est inauguré en janvier 2002, suivi d'un deuxième en décembre 2007, bien qu'une approche « système » ne soit pas intégralement appliquée à cette ligne. La vitesse commerciale impressionnante du premier itinéraire (plus de 35 km/h) s'explique en partie par une distance interstation moyenne importante (1 900 m).

Cette ligne a fait l'objet d'une approche « système » complète : identité unique, infrastructure dédiée, SAE avec information dynamique des voyageurs, parc de véhicules spécifique et arrêts confortables. L'infrastructure dédiée se compose de voies réservées et de couloirs bus. Tous deux présentent des surfaces bétonnées.



Le vélo constitue ici un mode complémentaire prépondérant (comme c'est toujours le cas aux Pays-Bas). Plusieurs arrêts offrent des liaisons avec les réseaux ferrés existants (réseau national et métro d'Amsterdam).

Développements futurs : l'introduction de lignes de bus de haute qualité est prévue dans d'autres zones de la région d'Amsterdam. À terme, une conversion vers le tram peut s'avérer nécessaire en fonction de l'évolution du succès de la ligne.

### Descriptif

#### **Infrastructure (premier itinéraire uniquement) :**

Longueur : 41 km ; infrastructure dédiée : 70 à 80 %, avec plusieurs viaducs et passages souterrains, ainsi qu'un tunnel sous une piste de l'aéroport ; 5 km de voie réservée sur l'autoroute A9 (circulation sur la bande d'arrêt d'urgence autorisée en cas de congestion).

Afin de minimiser les coûts d'entretien, la surface des couloirs bus est bétonnée (pour un coût d'achat supérieur d'environ 20 % par rapport à un revêtement en asphalte).

Distance interstation : 1 900 m en moyenne ; 4 parcs relais (1 820 places) ; vélostation à chaque arrêt ; hauteur de quai : 30 cm.

#### **Bus :**

Bus articulés classiques (diesel) affichant des couleurs spécifiques (rouge et gris), intégralité des véhicules équipée d'un plancher bas.

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Information dynamique des voyageurs
	À bord	Information dynamique des voyageurs ; possibilité de recharge des cartes de TC
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE avec caméras de vidéosurveillance	
<b>À destination des régulateurs</b>		

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>	Bus classiques avec couleurs spécifiques et logo « Zuidtangent »
<b>Sur les voies de circulation</b>	Pas d'identification, mais protection et signalisation de qualité
<b>Aux stations</b>	Stations spécifiques

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Infrastructure : 6,5 M€/km en moyenne

### Quelques résultats (premier itinéraire uniquement) :

**Fréquentation :** 32 000 voyageurs par jour (jour ouvrable moyen), fréquentation maximale à Hoofddorp : 13 500 voyageurs par jour (dans les deux directions).

**Temps intervéhiculaires :** 6 min (de 7h à 19h) ; **Amplitude horaire :** 24 heures ; **Régularité :** très élevée

**Vitesse commerciale :** > 35 km/h ; **Accidents :** 20 à 40 événements par an

### Facteurs de réussite / points forts

Un concept efficace : vitesse commerciale élevée, fréquence importante, haut niveau de flexibilité et de fiabilité.

Résultats : fréquentation plus importante que prévue, augmentation de l'utilisation des TC (+47 %) en l'espace de 3 ans (+10 à 15 % par an).

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Affaïssement de la voie réservée : blocage du système de guidage physique à certains arrêts ; surface en béton moins confortable que l'asphalte ; protection contre les intempéries insuffisante à certains arrêts (toits des arrêts retirés suite à des problèmes survenus lors d'une tempête).

Surface glissante aux arrêts, fraude, mise en œuvre de STI retardée de quelques années.

### Enseignements tirés

La réussite du BHNS dépend d'une adoption du concept sans compromis ; le maintien d'un haut niveau de qualité implique un effort continu de l'ensemble des parties prenantes. Il convient en particulier d'être particulièrement attentif au maintien de la qualité de l'infrastructure.

Le BHNS est capable d'augmenter la part des TC ; le choix d'un système de BHNS à la technologie éprouvée s'est avéré être le bon.

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
<b>Voies de circulation</b>	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
<b>Stations</b>	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billettique et caméras de vidéosurveillance
<b>Véhicule</b>	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
<b>STI</b>	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
<b>Identification de l'itinéraire</b>	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Institution : Stadsregio Amsterdam ; référent : Pim Kuipers, p.kuipers@stadsregioamsterdam.nl



Les stations d'origine, au design spécifique, ont été remplacées en raison de coûts d'entretien élevés et de certains défauts de conception (surface glissante, protection peu efficace contre les intempéries).

### 7.1.13 Projet d'Almere – Pays-Bas



Arrivée de la voie réservée à la gare ferroviaire desservant Amsterdam

**Pays :** Pays-Bas ; **Région / localité :** Almere ; **Type d'itinéraire :** réseau de bus dans une zone de densité moyenne

---

## Contexte

La ville nouvelle d'Almere (186 000 habitants aujourd'hui) a été conçue comme ville dortoir destinée aux migrants journaliers travaillant à Amsterdam. L'innovant plan directeur (1972) prévoyait un réseau de bus circulant sur voies réservées, implanté de manière cohérente avec les différentes aires urbaines (de faible densité : env. 800 hab./km<sup>2</sup>) et offrant des liaisons solides avec l'ensemble des gares ferroviaires. À l'époque, la politique de planification des transports se fonde sur les engagements suivants :

- Réduire la dépendance à la voiture pour favoriser une circulation sûre et respecter l'environnement.
- Faciliter l'usage de la voiture (sans pour autant favoriser le mode, ne pas provoquer la frustration des automobilistes).
- Favoriser l'usage du vélo sur des distances inférieures à 5 km (part de marché actuelle supérieure à 30 %).
- Favoriser l'usage des transports en commun sur des distances supérieures ou égales à 5 km (aujourd'hui : env. 190 déplacements par habitant et par an).
- Implanter un arrêt de bus dans un rayon de 400 m autour de chaque habitation (la norme de l'époque était de 300 m) pour desservir les lignes rapides.
- Adopter une approche globale de la planification du développement de la ville, des transports et de l'urbanisme.

Ce réseau de BHNS regroupe 8 lignes de bus (sous la marque MAXX) dont la vitesse commerciale est importante (28 km/h) et fiable. Les arrêts de bus bénéficient d'une disposition centrale au sein des différents quartiers. Les itinéraires de bus offrent des liaisons directes entre les quartiers ainsi qu'un rabattement vers l'ensemble des gares ferroviaires. Le maillage des pistes cyclables relie également les quartiers directement entre eux. La circulation automobile entre les quartiers est uniquement possible sur des axes principaux extérieurs à ceux-ci. La conception du réseau de BHNS est fondée sur un nombre restreint de lignes et de correspondances, des fréquences élevées et peu d'arrêts. La distance interstation moyenne est de 600 mètres. Le système bénéficie d'une priorité à tous les carrefours efficace, qui est associée à une obligation de vitesse modérée (max. 45 km/h). La distance interstation demeure importante en raison de l'usage répandu du vélo et de la possibilité de stationnement à tous les arrêts. La mise en œuvre du système d'information dynamique, qui devrait équiper tous les arrêts, est en cours. Pour répondre aux problèmes d'orniérage de la chaussée, celle-ci est réalisée en béton au niveau des stations et de certaines sections.

## Descriptif

### **Infrastructure :**

8 lignes urbaines « Maxx », 11 lignes régionales et plusieurs lignes de nuit : 58 km ; ligne 1 : 17,2 km. Pourcentage élevé de voies réservées en site propre : 99 % sans partage avec les vélos.

Priorité à tous les carrefours avec signalisation préalable pour les conducteurs. Les intersections avec les axes routiers principaux sont dénivelées.

Structure : béton à toutes les stations

Distance interstation : > 600 m ; quelques parcs relais ; vélostations à pratiquement tous les arrêts.

**Bus :** bus classiques et articulés au diesel, conformes à la norme EEV ; possibilité d'achat de tickets à bord ; rampe manuelle ; accès à bord par toutes les portes.

### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Système d'information dynamique prévu pour 2011, plans du réseau et horaires de départ à tous les arrêts
	À bord	Prochain arrêt, direction, correspondances par bus et train, destinations d'intérêt
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE sans système d'information dynamique	
<b>À destination des régulateurs</b>	Priorité à tous les carrefours	

### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Aucune
<b>Sur les voies de circulation</b>		Aucune
<b>Aux stations</b>		Stations principales

## Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

---

**Coût infrastructurel :** données non disponibles, construction intégrée au développement de la ville nouvelle.

#### Quelques résultats

**Fréquentation :** ligne 1 : 16 000 déplacements par jour ; 1 500 déplacements/h en période de pointe ; +5 % par an de 2004 à 2009 (réseau de bus)

**Temps intervéhiculaires :** 7 à 30 min

**Amplitude horaire :** de 05h à 02h00 (21 heures)

**Régularité :** 91,4 % (2010) : très bon niveau, conforme à la norme du CEN ; critère de ponctualité entre H-1 min et H+3 min.

**Vitesse commerciale :** 24 km/h en période de pointe ; 25 km/h en période creuse (ligne 1)

#### Facteurs de réussite / points forts

L'un des meilleurs exemples européen d'une planification cohérente de l'urbanisme et des transports.

Vitesse élevée, protection efficace de la voie réservée, système pérenne.

Intermodalité forte avec le réseau ferré (gare) et le vélo.

Excellente régularité, priorité à tous les carrefours associée à une limitation de vitesse des bus.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

L'identification des véhicules est relativement faible, même si la simplicité du réseau ne semble pas justifier l'adoption d'un parc spécifique, qui entraîne toujours des coûts supérieurs.

L'achat de tickets auprès du conducteur est possible, mais une politique favorisant la prévente est mise en place afin de réduire les retards aux arrêts.

La sécurité peut se révéler problématique aux alentours des sites propres autonomes sans autre trafic parallèle.

Il en est de même pour la sécurité routière aux intersections avec les trottoirs et les pistes cyclables.

#### Enseignements tirés

Avantage des voies réservées en site propre offrant une intermodalité importante avec le réseau ferré, améliorant ainsi l'attractivité.

Il n'est pas nécessaire de disposer d'un parc spécifique lorsque les lignes de BHNS intègrent un réseau simple.

#### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billettique et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### 7.1.14 Projet de Twente – Pays-Bas



*Région de Twente, une belle section de voie réservée, dont l'itinéraire est toujours bordé d'une large piste cyclable.*

**Pays :** Pays-Bas ; **Région / localité :** Twente ; **Type d'itinéraire :** urbain desservant une zone de faible densité

#### Contexte

Le lancement de l'ensemble du projet concernait l'aire urbaine au sens large (500 000 habitants) qui regroupe un grand nombre de petites localités, dont les plus importantes sont Enschede, Hengelo, et Almelo.

La densité de population demeure très faible, entre 400 et 1 500 hab./km<sup>2</sup>.

Un réseau de bus de 50 km a été planifié, dont 30 sont déjà en exploitation avec 90 % de voies réservées (espace disponible important à quelques exceptions près).

Comme dans l'ensemble des Pays-Bas, la part modale du vélo est très élevée : 50 % (15 % sur les trajets de 7 à 15 km).

On observe une très bonne intermodalité (le respect du concept de HOV néerlandais exige une approche réseau impliquant tous les modes) avec le réseau ferré et le vélo (un grand nombre d'arrêts sont équipés de dispositifs de stationnement).

Le béton a été sélectionné comme revêtement pour l'ensemble des voies, afin d'offrir un niveau de contraste adapté et de diminuer les coûts d'entretien (investissement supérieur d'env. 20 %). L'infrastructure intègre un aiguillage innovant (avec directions réversibles) en raison d'une largeur de rue insuffisante (compromis !).

Les stations offrent un bon confort et diffusent des informations dynamiques. Les résultats observés au bout de dix ans sont satisfaisants : augmentation de la fréquentation (+30 % les jours ouvrables, +70 % le samedi), meilleure couverture des coûts (+47 %), réduction des coûts d'exploitation (-5 % en moyenne grâce à une vitesse plus importante). Environ 20 jours par an, les mauvaises conditions météorologiques entraînent une congestion importante du réseau de bus due au transfert depuis le mode vélo. Les arguments clés de vente du concept (d'après la Ville de Twente) sont la robe rouge du parc de véhicules et la fiabilité du système.

Les lignes 2 et 3 constituent les deux lignes de HOV spécifiques d'Enschede. Bien que Twente offre d'autres lignes de HOV, le descriptif qui suit se limite à ces deux exemples.

#### Descriptif

##### **Infrastructure :**

Ligne 2 : 26 km ; ligne 3 : 15 km ; inaugurées en 2000 et 2006.

Pourcentage important de voies réservées : 80 % (ligne 3).  
 Structure : béton sur l'ensemble de l'itinéraire ; surcoût initial de 30 % pour un entretien moins onéreux.  
 Distance interstation : 600 m ; 1 parc relais (219 places) ; vélostations à tous les arrêts.  
**Bus :** bus classiques au diesel ; pas d'identification ; achat de tickets à bord possible. Essai de 2 véhicules hybrides prévu sur la ligne 2.

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Temps d'attente
	À bord	Prochain arrêt, direction
<b>À destination des conducteurs</b>	Système SABIMOS, 1 <sup>er</sup> SAE aux Pays-Bas, Caméras de vidéosurveillance embarquées	
<b>À destination des régulateurs</b>		

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Aucune
<b>Sur les voies de circulation</b>	Éléments	de contraste
<b>Aux stations</b>		Arrêts du système HOV distinctifs par rapport à ceux des lignes classiques

#### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Coût infrastructurel : 3 M€/km

#### Quelques résultats

**Fréquentation :** ligne 2 : 1 318 déplacements/jour ; ligne 3 : 1 250 déplacements/jour (5 lignes se partagent le corridor)

**Temps intervéhiculaires :** 10 à 30 min (12 bus par heure dans certaines sections)

**Amplitude horaire :** de 06h à 00h15 (18h15)

**Régularité :** ligne 2 : 94,7 / 96,4 % ; ligne 3 : 97,4 / 97,6 % (très bon niveau, conforme à la norme du CEN)

**Vitesse commerciale :** ligne 2 : 20,5 km/h ; ligne 3 : 27 km/h

**Accidents :** 2 événements mineurs/an

#### Facteurs de réussite / points forts

Intermodalité avec le train et le vélo.

Très bonne régularité, voie réservée centrale avec priorité à tous les carrefours.

Infrastructure contrastée au design réussi.

Coût d'exploitation : -5 % (grâce à une amélioration de la vitesse moyenne).

Transfert modal : déplacements supplémentaires provenant des modes voiture (20 %) et vélo (80 %).

Augmentation de la fréquentation : semaine : +30 % ; samedi : +70 %.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Les véhicules en eux-mêmes bénéficient d'une identification relativement faible.

Grâce à sa simplicité, le réseau demeure cependant suffisamment lisible sans identification totale des lignes structurantes par un parc de véhicules spécifique.

#### Enseignements tirés

Avantage des voies réservées offrant une intermodalité importante avec le réseau ferré, améliorant ainsi l'attractivité. Complémentarité entre le mode vélo et un système de bus attractif (transfert modal important depuis le vélo). Il n'est pas nécessaire de disposer d'un parc spécifique lorsque les lignes de BHNS intègrent un réseau simple.

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billetterie et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Institution : T&T - Regio Twente ;

Référent : Patrick Zoontjes, conseiller en matière de politique ; P.Zoontjes@regiotwente.nl



*Contrôle d'accès*

*Liaison avec la gare ferroviaire*

### 7.1.15 Corridor Junqueira / 24 de Julho – Lisbonne



**Pays :** Portugal ; **Région / localité :** aire métropolitaine de Lisbonne (2,8 millions d'habitants) / ville de Lisbonne (500 000 habitants)

**Type d'itinéraire :** corridor de bus et de tram

#### Contexte

Lisbonne ne dispose pas de système de BHNS tel qu'on définit ce concept habituellement. Cependant, son réseau de bus comporte un grand nombre de composants associés au BHNS. Nous avons sélectionné l'un des corridors les plus représentatifs de l'aire urbaine, sur lequel circulent des trams (modernes et classiques), des bus et des taxis.

Ce corridor a été essentiellement conçu pour garantir un service efficace à la ligne de tramway (moderne) n° 15. Cependant, seuls dix véhicules y circulent, un nombre insuffisant pour répondre à la demande relative à cet axe. Ceci explique pourquoi cette portion accueille une circulation mixte, alimentée par des lignes de bus et de tram classique.

#### Descriptif

##### **Infrastructure :**

Longueur : 4,8 km (81 % de voies réservées, 19 % de circulation mixte), partagés avec les trams et les taxis

Largeur des couloirs bus : double sens : 6/7 m

Distance interstation moyenne : 400 m

Carrefours : 9 intersections à niveau, sans priorité

##### **Bus :**

Type et nombre de véhicules : pas de parc spécifique ; corridor fréquenté par différents bus (articulés et classiques) et trams (articulés et classiques)

Véhicules de contrôle sanction

##### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Destination / temps d'attente / perturbations
	À bord	Prochain arrêt (quelques véhicules seulement)
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE avec informations sur l'avance/le retard	
<b>À destination des régulateurs</b>	Système de contrôle de sécurité embarqué dans tous les véhicules	

##### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>	Aucune identification spécifique	
<b>Sur les voies de circulation</b>	Pas de contraste spécifique, marquage « BUS » très fréquent sur la chaussée	
<b>Aux stations</b>	Pas de marque distinctive	



---

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

---

Données non disponibles

### Quelques résultats

---

**Fréquentation :** 27 000 voyageurs par jour sur l'ensemble des lignes empruntant ce corridor

**Temps intervéhiculaires :** 2 minutes (temps moyen, toutes lignes comprises)

**Amplitude horaire :** service de jour : de 05h00 à 00h00 ; service de nuit : de 00h00 à 05h00

**Régularité :** données relatives à l'ensemble du réseau de bus

**Vitesse commerciale :** vitesse moyenne de 14 à 16 km/h sur le corridor Junqueira

**Accidents :** stationnement automobile plus discipliné, amélioration de la sécurité, réduction du nombre de voitures circulant sur les couloirs bus

### Facteurs de réussite / points forts

---

Il existe une demande potentielle relative à un service offrant une correspondance avec le train, le bateau, le métro et le tram pour les migrants journaliers comme pour les résidents. Le corridor dessert des établissements d'enseignement ainsi que des zones commerciales, de services et touristiques. On observe un respect important de l'interdiction de circulation sur le couloir bus par les automobilistes. En outre, des équipes chargées de la faire respecter assurent la surveillance du corridor.

Suite à la mise en œuvre de la voie réservée de Junqueira, le stationnement des voitures s'est discipliné, la sécurité s'est améliorée, le nombre de voitures circulant sur les couloirs bus a diminué et la vitesse des lignes a augmenté.

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

---

L'existence d'une circulation mixte comprenant des lignes de bus et de tramway (moderne et classique) constitue un handicap pour l'efficacité du corridor en générant une perte de temps aux arrêts. Il serait plus utile de se limiter à un seul type de véhicule à haute capacité plutôt que de recourir à un mélange de véhicules de types différents. Ce corridor est accessible aux taxis, bien qu'ils ne soient pas autorisés à s'y arrêter pour prendre en charge ou déposer des passagers.

Le corridor regroupe un site propre et un segment commun. À l'est (centre-ville de Lisbonne), le corridor s'achève sur un feu de croisement situé aux abords d'une place très fréquentée par les piétons et les voitures. Cette discontinuité, associée à une absence de priorité aux feux, crée une perte d'efficacité et génère de la congestion.

Sur les portions dépourvues de séparation physique, on constate la présence de quelques carrefours présentant un nombre d'accidents élevé. Quelques accidents avec des taxis se sont également produits sur la ligne de bus « 24 de Julho ».

### Enseignements tirés

---

Les mesures les plus importantes à prendre pour ce corridor sont la séparation complète des couloirs bus et la priorité aux feux. En ce qui concerne le confort et l'accessibilité, il conviendrait de surélever l'ensemble des arrêts afin que les bordures soient au niveau des bus et des trams.

Cette étude nous a permis de tirer une autre leçon : la réussite d'un tel projet est très difficile lorsque l'exploitant et la municipalité ne sont pas en bons termes. C'est la raison pour laquelle il devient urgent que l'autorité organisatrice des transports de la métropole de Lisbonne intervienne.

Malgré tout, la circulation mixte des trams et des bus au sein du corridor reste préférable à une relégation des bus en dehors du site propre, au beau milieu des autres modes de transport.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

---

Institution : CARRIS - Companhia Carris de Ferro de Lisboa

Référent : António Araújo ; [antonio.araujo@carris.pt](mailto:antonio.araujo@carris.pt) ; 351 21 361 3101 ou Carlos Gaivoto ; [cgavoto@imtt.pt](mailto:cgavoto@imtt.pt)



## 7.1.16 Ligne TVRCAS – Castellón



Pays : Espagne

Localité : Castellón

### Contexte

Castellón est une ville de l'est de l'Espagne. Sa population est de 177 924 habitants pour une surface de 107 km<sup>2</sup>. 16 % des déplacements y sont réalisés en transports publics.

Le nouveau système, baptisé TVRCAS, s'inscrit dans un plan directeur défini par l'autorité régionale (« Consellería d'Infraestructures i Transport ») et dont l'objectif est la promotion des transports urbains publics.

Le plan directeur prévoyait deux lignes d'une longueur totale de près de 42 km ; 22 km pour la ligne 1 et 20 km pour la ligne 2.



En juin 2008 est inauguré un tronçon de 2 km de la ligne 1 (illustrée en bleu clair dans la deuxième image).

### Descriptif

#### Infrastructure :

Longueur : 2 037 m (aucune portion partagée avec les piétons)

Largeur de l'infrastructure : sens unique : 3,65 m ; double sens : 7,15 m

Distance interstation moyenne : 509 m (5 stations)

---

Carrefours : intégralité des intersections à niveau (priorité aux feux pour le BHNS)

**Bus :**

Type : trois véhicules Civis Cristalis avec guidage optique

Longueur : 12 m

Capacité : Civis : 74 à 78 voyageurs au total

**Outils de STI :**

À destination des voyageurs :	Non précisé
À destination des conducteurs :	Non précisé
À destination des régulateurs :	Non précisé

**Identification :**

Sur le bus	Véhicules différents avec couleurs distinctives
Sur les voies de circulation :	Revêtement rouge
Aux stations :	Design, marque et couleurs spécifiques (de type tram)

**Coût et financement**

---

Coûts d'investissements : voies de circulation : 22 M€

Coût des véhicules : 2,5 M€

Projet financé par la Région

**Quelques résultats**

---

**Fréquentation :** 3 200 voyageurs/jour en semaine, 1 600 voyageurs/jour en période de congé

**Temps intervéhiculaires :** 5 min aux heures de pointe ; 15 min aux heures creuses

**Amplitude horaire :** de 07h à 22h (15 heures)

**Régularité :** 98 %

**Vitesse commerciale :** 18 km/h

**Accidents :** aucun ; 2 incidents liés à des piétons traversant la voie de circulation au niveau d'une place et d'une intersection.

**Facteurs de réussite / points forts**

---

Amélioration du temps de parcours, inférieur à celui d'une voiture.

**Obstacles / points faibles / aspects à surveiller**

---

La ligne n'étant pas complète, les objectifs initiaux ne peuvent être atteints.

**Enseignements tirés**

---

Il est difficile d'apporter une réponse au vu de la mise en œuvre seulement partielle du projet. Le BHNS constitue une solution plus efficace que le tram dans les aires urbaines petites à moyennes.

**Référents et coordonnées pour de plus amples informations**

---

Référent : Leonardo Mejías Almendros

Tél. : 96 386 76 28



Le système de guidage optique, efficace pour obtenir des lacunes régulières aux arrêts



Station spécifique à la ligne

## 7.1.17 Ligne de bus n°16 – Göteborg



**Pays :** Suède ; **Région / localité :** Göteborg (530 000 habitants) ; **Type d'itinéraire :** urbain

### Contexte

Suite à l'adoption d'un plan directeur relatif à la mobilité en 1999, la mise en place d'un réseau de 4 lignes de BHNS structurantes a été décidée, principalement pour des raisons économiques. En effet, une baisse graduelle de l'efficacité du réseau est constatée à l'époque, les 28 % de part de marché des TC étant considérés comme faibles par rapport à d'autres localités importantes.

La ligne 16, intégrée au corridor le plus important, constitue l'un des quatre itinéraires de BHNS mis en œuvre. Le lancement du projet est décidé en 2001, les travaux s'achevant non sans difficultés en 2004, soit un an après la mise en service, avancée suite aux pressions subies par l'exploitant de la part des élus et des usagers.

Au cours de la phase d'étude, le choix entre le tram et un système fondé sur le bus crée un débat du fait de la capacité potentielle très élevée du corridor concerné. Pour des raisons de coût et de calendrier, le choix se porte finalement sur des bus bi-articulés.

Ce réseau structurant offre une liaison solide avec la gare ferroviaire.

### Descriptif

#### Infrastructure :

Longueur : 16,5 km ; voies réservées : 45 %, implantation centrale

Distance interstation : 700 m

Stations spécifiques, en partie pourvues de dispositifs de stationnements pour vélos

#### Bus :

Véhicules bi-articulés avec identification spécifique

Rampe manuelle (bordure de 17 cm de haut) manipulée par le conducteur (très peu de fauteuils roulants)

#### Outils de STI :

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Informations dynamiques (temps d'attente)
	À bord	Informations dynamiques (prochain arrêt, terminus)
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE	
<b>À destination des régulateurs</b>	SAE	

#### Identification :

<b>Sur le bus</b>	oui	Numérotation identique à celle des lignes de tram ; itinéraires indiqués sur le même plans que les lignes de tramway ; couleur bleue et blanche spécifique
<b>Sur les voies de circulation</b>	Aucune	
<b>Aux stations</b>	Aucune	Cependant, les arrêts ne sont pas partagés avec les autres lignes.

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Coûts d'investissements : données non disponibles (pas de calcul par ligne).

57 % des coûts d'exploitation sont couverts par les titres de transport.

### Quelques résultats

**Fréquentation :** 25 000 déplacements/jour (65 000 dans le corridor (env. 8 lignes) sur laquelle la ligne circule)

**Temps intervéhiculaires :** 3/5/10 min

**Amplitude horaire :** 20 heures (23 heures le week-end)

**Régularité :** arrivée du bus entre 30 s en avance et 3 min en retard pour 75 % des voyageurs.

**Vitesse commerciale :** 21 km/h (aux heures creuses, le bus ne s'arrête pas nécessairement à tous les arrêts)

**Accidents :** données par ligne non disponibles ; très peu d'événements (moins que dans le tram).

### Facteurs de réussite / points forts

Identité visible et claire : les itinéraires structurants figurent sur le même plan que les lignes de tram.

Information des voyageurs ; priorité aux carrefours ; taille des véhicules ; fréquence.

Processus simplifié par rapport au tram.

Pas de vente de tickets par les conducteurs. Ils ne sont pas censés avoir d'argent sur eux pour des raisons de sécurité et ne vendent pas de tickets pour ne pas perdre de temps.

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Nombre de couloirs bus insuffisant, problèmes de régularité. Au heures de pointe, la ligne devient bondée.

Le processus de mise en œuvre convenu a contraint à l'ouverture de la ligne avant la conclusion des travaux infrastructurels. L'obtention de l'espace nécessaire à la mise en œuvre des infrastructures, ainsi que la réduction du nombre d'arrêts (on dénombre au moins quatre arrêts superflus), ont été difficiles.

La fiabilité des bus, initialement alimentés au CNG, était insuffisante (ils fonctionnent désormais au diesel).

### Enseignements tirés

La dimension politique demeure très importante pour ce type de projet.

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billettique et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucun	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

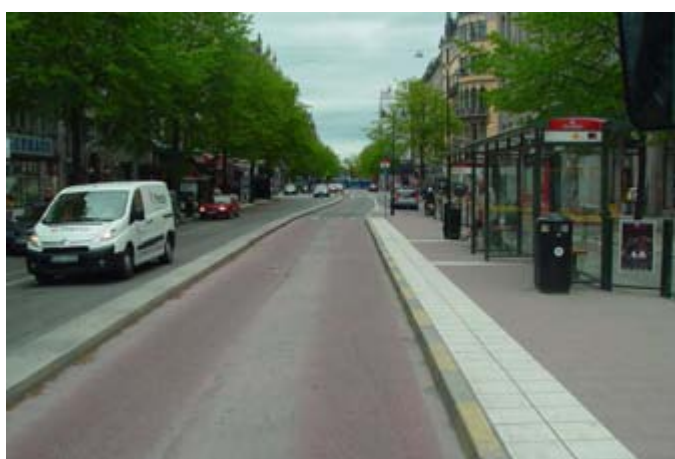
(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Institution : Västtrafik AB (AOT du comté de Västra Götaland)



#### 7.1.18 Réseau de bus principal – Stockholm



**Pays :** Suède ; **Région / localité :** Stockholm ; 8 466 hab./km<sup>2</sup> (intra-muros) ; part de marché des TC : 36 % ; **Type d'itinéraire :** réseau de bus structurant circulant en centre-ville (4 lignes)

##### Contexte

L'aire urbaine de Stockholm, qui regroupe 1,9 millions d'habitants, représente à elle seule 50 % des déplacements en Suède. Stockholm a mis en place un péage urbain (env. 2,50 euros pour accéder au centre ville). La politique d'accessibilité en vigueur en Suède stipule que l'ensemble des bâtiments publics et des services doivent être rendus accessibles aux personnes à mobilité réduite d'ici à 2010.

La restructuration du réseau principal débute en 1992, à la suite d'accords politiques relatifs à l'infrastructure et aux investissements locaux. La vitesse moyenne des bus étant à l'époque de 13 km/h, l'objectif est de parvenir à 18 km/h, tout en offrant une bien meilleure qualité de service (par l'adoption d'une approche « système »).

Quatre lignes (dont une a été abandonnée depuis) sont renforcées et numérotées de 1 à 4 pour une meilleure identification. Malgré la rupture de l'accord relatif aux transports en 1998, la municipalité de Stockholm (la partie centrale du Grand Stockholm) et SL décident de poursuivre le projet. Chacune prend en charge la moitié des coûts. Ces quatre lignes sont parvenues à une fréquentation de 24 000 à 35 000 voyageurs/jours. Aujourd'hui, elle se situe entre 33 000 et 57 000 voyageurs/jours pour une vitesse moyenne de 15 km/h seulement.

Plus de la moitié des nouveaux voyageurs provient du métro et environ 5 % de la voiture.

---

Ce réseau principal a été conçu pour le centre-ville.

### Descriptif

#### **Infrastructure :**

Longueur : 40 km pour l'ensemble des 4 lignes ; voies réservées (contraste faible) : 30 % (implantation majoritairement centrale, partagées en partie avec des lignes secondaires)

Distance interstation moyenne : 400 à 500 m (auparavant : 200 m)

Stations : revêtement en béton ou en asphalte rouge pour favoriser l'identification

Excellente intermodalité avec le réseau de métro (liaisons avec 8 stations de métro)

**Bus :** bus articulés bleus spécifiques sur l'ensemble des 4 lignes ; 46 places assises / 120 voyageurs au total (4 personnes/m<sup>2</sup>) ; rampe manuelle pour les fauteuils roulants.

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Direction, temps d'attente
	À bord	Terminus, prochains arrêts
<b>À destination des conducteurs</b>	Calcul d'avance/de retard	
<b>À destination des régulateurs</b>	Centre de contrôle, SAE	

#### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Numéro de ligne 1 à 4 (aux capacités les plus importantes), couleur bleue
<b>Sur les voies de circulation</b>	Pas d'identification spécifique	
<b>Aux stations</b>		Chaussée en béton de couleur rouge ; informations dynamiques

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

7 MSk /km (0,7 M€/km)

### Quelques résultats

**Fréquentation :** 163 000 (4 lignes : 40 000 par ligne en moyenne) ; augmentation de la fréquentation : +60 %

**Temps intervéhiculaires :** 4 à 10 min

**Amplitude horaire :** de 05h30 à 00h30 (19 heures)

**Régularité :** problèmes importants dus au manque de données mesurées en matière de capacité de l'infrastructure, ainsi qu'aux défauts de planification des horaires des véhicules et des conducteurs.

**Vitesse commerciale :** 15 à 18 km/h

**Accidents :** données non disponibles par ligne

### Facteurs de réussite / points forts

**L'approche « système » complète**, bien que les objectifs n'aient pas été tenus en ce qui concerne l'infrastructure.

**Des mesures d'identification** du système efficaces (bus bleus), associées à une amélioration du niveau de service (fréquence et amplitude horaire), permettent une augmentation de la fréquentation (+60 %), même si l'infrastructure n'est pas totalement dédiée.

**L'information des voyageurs** en temps réel à bord et à tous les arrêts.

**La priorité aux intersections**, bien que tous les carrefours ne soient pas concernés en raison de la circulation automobile.

**L'accessibilité** offerte aux personnes âgées et handicapées.

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

**Les rues de Stockholm ne sont pas larges** (entre 18 et 30 m) : une particularité problématique lorsque l'on souhaite implanter un couloir bus. Une rue donnée fait l'objet de nombreux autres projets : implantation d'arbres, de terrasses de cafés, de pistes cyclables, de voies de circulation automobile, d'emplacements de livraison, etc. Pour satisfaire à l'ensemble des besoins, il faudrait disposer de rues d'environ 42 m de large.

**Les lignes du réseau Trunknet n'ont pas atteint l'objectif de 18 km/h aux heures de pointe.** Pour être en mesure de le réaliser, il convient de trouver un moyen pour traiter les transports en communs comme un enjeu prioritaire, et ce sur l'intégralité de la hiérarchie : du plus haut niveau politique

---

jusqu'aux planificateurs. La possibilité de réduire la circulation automobile dans certaines rues ou sur des zones plus importantes doit également être acceptée.

#### Enseignements tirés

Pour que ce type de projet soit une réussite, il est nécessaire de bénéficier d'un franc soutien de la part des personnalités politiques et de la municipalité. Il convient de constituer un groupe capable de travailler en étroite collaboration rassemblant des représentants du secteur des transports publics et de la ville.

Un système capable de diffuser des informations à tous les arrêts est un composant indispensable à tout réseau structurant.

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

**Institution :** AB Storstockholms Lokaltrafik (SL) /AOT de Stockholm ;

**Référent :** Per Ekberg ; per.ekberg@sl.se

**Institution :** Bjerkemo Konsult, Lund ;

**Référent :** Sven-Allan Bjerkemo ; bjerkemo.konsult@swipnet.se



### 7.1.19 Réseau structurant – Jönköping



**Pays :** Suède ; **Région / localité :** Jönköping, 125 000 habitants ; part des TC : 22 % (centre-ville) ;

**Type d'itinéraire :** lignes 1, 2 et 3 formant un nouveau réseau de bus structurant, associé à quelques lignes de rabattement





---

## Contexte

La ville se situe dans le triangle formé par les trois villes suédoises les plus importantes : Stockholm, Göteborg et Malmö. Elle a été établie autour de trois lacs. En raison du manque d'espace du centre-ville, il est difficile d'y concilier urbanisme et transports. Au cours des dix dernières années, la ville a bâti un pont au-dessus de l'un des lacs, libérant ainsi de l'espace pour des résidences, des commerces et des services. La mise en œuvre d'une nouvelle ligne ferrée à grande vitesse et d'une gare est prévue. Ce nouveau plan directeur a impliqué une hiérarchisation du réseau de bus et la mise en œuvre de deux lignes de BHNS principales (rouge et jaune), qui traversent le centre-ville depuis 1996. Une troisième ligne (verte) voit le jour en 2001 pour compléter le réseau. Ces trois lignes sont équipées de STI depuis 1997 (temps d'attente avant le prochain bus aux arrêts, priorité à tous les carrefours). Les lignes 1 (rouge) et 2 (jaune) sont inaugurées en 1996, la ligne 3 (verte) venant les compléter par la suite. C'est l'addition de toutes les mesures prises qui a permis de faire de ce projet un succès. Une reconstruction de l'ancien réseau (dont la hiérarchie entre les lignes entraînait un certain nombre de correspondances) était nécessaire afin de contrer la tendance à la baisse observée au niveau de la demande en matière de TC. Actuellement, 53 points d'amélioration sont prévus pour doubler le nombre de déplacements en TC.

---

## Descriptif

### **Infrastructure :**

Longueur : ligne 1 : 13,4 km ; ligne 2 : 11,5 km ; ligne 3 : 14,3 km

Voies réservées : 7 % ; partiellement partagées avec les vélos ; priorité à tous les carrefours

Distance interstation moyenne : 440 m


Carrefours : 3 intersections dénivelées

**Bus :** nouveaux véhicules articulés à plancher bas avec dispositif d'agenouillement et 4 ouvertures pour accélérer l'embarquement/débarquement ; pas de design spécifique ; fonctionnement de l'intégralité du parc au biogaz actuellement. Hauteur de bordure de 16/17 cm ; rampe manuelle pour les fauteuils roulants.

### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	À toutes les stations	Destination, temps d'attente (2 véhicules suivants)
	À bord	Prochain arrêt, terminus
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE, priorité à tous les feux (efficace)	
<b>À destination des régulateurs</b>	SAE, centre de contrôle, intégration partielle de caméras de vidéosurveillance	

### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>	Pas d'identification spécifique	Nouveau bus à plancher bas peints, petit logo à l'avant et sur les côtés
<b>Sur les voies de circulation</b>	Aucune identification (très faible contraste)	
<b>Aux stations</b>		Signalisation de l'arrêt de grande dimension et visible, logo, affichage d'informations en temps réel

---

## Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

**Coût de l'infrastructure :** 2,6 MSk /km (env. 0,26 M€/km)

---

## Quelques résultats

**Fréquentation :** 18 000 déplacements par jour (sur 3 lignes)

**Temps intervéhiculaires :** 10 à 30 min par ligne ; **Amplitude horaire :** de 04h20 à 01h00 (21 heures)

**Vitesse commerciale :** 21 à 23 km/h ; **Régularité :** données non disponibles ; **Accidents :** données non disponibles ;

**Augmentation de la fréquentation :** 6 % depuis la voiture, 5 % depuis le vélo et les déplacements à pied, 1 % depuis le transport spécialisé pour handicapés ; 13 % de nouveaux déplacements

---

## Facteurs de réussite / points forts

---

L'introduction du système City Bus a radicalement changé le réseau de bus. Avec les nouveaux véhicules articulés à plancher bas et quatre ouvertures, les arrêts avec information des voyageurs en temps réel, l'infrastructure et la priorité aux bus, il s'agit d'une **approche « système » cohérente**. La ville de Jönköping a su investir dans l'infrastructure en fonction des besoins, se munissant en particulier d'arrêts de bus de qualité supérieure et d'un système de signalisation pour la circulation prioritaire des bus. Ces investissements ce sont avérés payants, répondant au besoin d'amélioration de la vitesse moyenne et de maintien de la régularité, avec des temps intervéhiculaires de 10 minutes. Jönköping fut l'une des premières villes de Suède à s'équiper d'un système d'information en temps réel. À l'issue de trois phases d'amélioration, il est aujourd'hui hautement fonctionnel. Un besoin de bus articulés ou bi-articulés aux heures de pointe a été identifié sur l'ensemble des lignes, ainsi que sur les lignes 1 et 3 aux heures creuses. La municipalité s'est fixé comme objectif de doubler la part de marché des TC : à l'avenir, les bus devront donc offrir une capacité encore plus grande, ou certaines portions du réseau devront être transférées vers un système de tram.

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Le lancement du projet, réalisé en une seule étape en juin 1996, a provoqué une opposition farouche dans les médias locaux. Dans le cadre du processus, engagé trois ans plus tôt, des tournées d'étude ont été réalisées dans d'autres villes européennes telles qu'Almere et Essen. Deux années consacrées à la planification et à l'obtention de l'acceptation de la sphère politique ont permis de résister plus sereinement aux attaques des médias.

#### Enseignements tirés

Le projet a permis de mettre en évidence les conditions nécessaires suivantes :

**Partenariat** : le processus a impliqué un grand nombre de parties prenantes. Dans un tel contexte, faire preuve de coordination et de compréhension est indispensable.

**Approbation politique** : la période de validité de tout investissement dans les transports publics doit être importante. Afin de garantir l'adoption d'une solution d'ensemble et la réalisation de tous les objectifs établis, le projet doit reposer sur des décisions politiques entérinées.

**La période consacrée à la planification doit être suffisante** : il convient de développer des idées et des meilleures pratiques, puis de les appliquer aux conditions locales.

**Amélioration continue** : transformer le projet en processus.

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

**Institution** : Jönköpings Länstrafik AB ; **référent** : Thomas Adelföf ; [thomas.adelof@jlt.se](mailto:thomas.adelof@jlt.se) ;

**Institution** : Bjerkemo Konsult, Lund ;

**Référent** : Sven-Allan Bjerkemo ; [bjerkemo.konsult@swipnet.se](mailto:bjerkemo.konsult@swipnet.se)



---

## 7.1.20 Ligne de trolleybus n°31 - VBZ Zurich



**Pays :** Suisse      **Région / localité :** Zurich      **Type d'itinéraire :** urbain à haute capacité

### Contexte

Zurich est la plus grande ville de Suisse, dont elle représente le moteur économique et financier. Avec une population d'environ 380 000 habitants (1 million pour l'aire urbaine), Zurich constitue un pôle multiple où se croisent les trafics ferroviaire, routier et aérien. Son aéroport et sa gare ferroviaire sont les plus fréquentés du pays. Au sein de l'aire urbaine, les services de transports publics sont assurés par une combinaison de trains de banlieue haute capacité (lignes S-Bahn) et d'un réseau de tram dense, complétés par un certain nombre de lignes de bus de capacité variable. De manière générale, la qualité des transports publics de Zurich est très élevée : les véhicules sont propres et modernes et les services sont confortables, fiables et ponctuels. La ligne 31 est un service de trolleybus essentiel au réseau dont la fréquentation est supérieure à certaines lignes de tram. Il s'agit d'une ligne radiale qui fait appel à des véhicules bi-articulés desservant quatre gares de S-Bahn, ainsi que la gare ferroviaire principale. Plusieurs zones urbaines sont desservies, notamment le centre-ville, des zones résidentielles et des anciennes zones industrielles (qui présentent un potentiel de développement). L'utilisation, à partir de 2007, de véhicules longs sur la ligne 31 est l'aboutissement d'une étude portant spécifiquement sur la demande actuelle et future, ainsi que sur la qualité de service offerte aux voyageurs. La ligne 31 bénéficie de priorités de tous types à toutes les intersections et sur l'ensemble de l'itinéraire, d'informations embarquées dynamiques et statiques, de véhicules à plancher bas modernes, de voies réservées centrales sur certains tronçons, d'un service haute fréquence et d'un parc relais. L'utilisation de véhicules de 25 m de long a permis de réduire la différence entre les modes bus et tram dans une ville dont les transports reposent sur le réseau de tram, qui assure la majorité des déplacements.

### Descriptif

#### **Infrastructure :**

Longueur : 11 km  
Stations desservies : 28 (4 stations de S-Bahn + gare ferroviaire principale de Zurich)  
Distance interstation moyenne : 414 m  
Carrefours : 23 intersections à niveau

#### **Bus :**


Type : 17 trolleybus bi-articulés (Hess Light tram 3)  
Longueur/largeur/hauteur : 24,7 / 2,55 / 3,45 m  
Capacité : Capacité nominale max. : 202 (4 voyageurs/m<sup>2</sup>)

Puissance nominale : 2 x 160 kW (+ 50 kW d'alimentation de secours)  
 Portes / rampes : 5 / 2  
 Poids à vide / total en charge : 24 / 38 t

**Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Automates de billettique, horaires statiques, plans topologiques et par zone. Affichage d'informations en temps réel aux arrêts les plus importants. Messages vocaux en cas de perturbations ou de modification du service à toutes les stations.
	À bord	Information en temps réel : prochain arrêt/destination avec temps de parcours, perturbations ou modification du service, événements particuliers, correspondances au prochain arrêt avec indication des temps d'attente. Messages vocaux : prochain arrêt, perturbations ou modification du service.
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE, requêtes de priorité automatiques à toutes les intersections, caméras de sécurité à l'arrière des bus	
<b>À destination des régulateurs</b>	SAE, caméras de vidéosurveillance dans certains véhicules, radio et bouton de mise en relation d'urgence avec le conducteur.	

**Identification :**

<b>Sur le bus</b>		Sur l'avant et les côtés des bus. Les opérations marketing concernent le système dans son ensemble. Elles sont créatives et amusantes ; VBZ est une marque forte et reconnue.
<b>Sur les voies de circulation</b>	Les couloirs bus sont clairement délimités ; les caténaires facilitent le repérage du parcours de la ligne.	
<b>Aux stations</b>	Surface en béton et marquage clair de l'arrêt de bus.	

Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Couverture des coûts du service : environ 64 % pour l'ensemble du système. Coût d'un véhicule : env. 1 M€. Aller simple : 3 € ; ticket valable 24 h : 6 €. Les tarifs réduits et les abonnements disponibles permettent de réaliser des économies significatives par rapport aux tickets vendus à l'unité.

Quelques résultats

**Fréquentation :** demande aux heures de pointe : 1 300 voyageurs/direction ; environ 14 000 voyageurs/jour

**Temps intervéhiculaires :** 7,5 min de 06h à 20h

**Amplitude horaire :** de 05h30 à 00h30 (19 heures)

**Vitesse commerciale :** env. 19 km/h

Facteurs de réussite / points forts

À Zurich, les transports en commun bénéficient d'un large soutien de la population et d'une image très positive. La priorité aux transports en commun est un élément clé de la ville. Les planificateurs et les ingénieurs des transports travaillent en étroite collaboration sur des projets d'amélioration. Zurich a développé une approche active unique (la priorité est déclenchée en présence d'un véhicule de transports en commun) appliquée à l'ensemble des feux de signalisation de son réseau. Le système de paiement (par preuve d'achat ou billettique en libre service) accélère considérablement les opérations d'embarquement/débarquement, réduisant ainsi la durée des arrêts aux stations. Les caractéristiques des véhicules, telles que le plancher bas, les espaces de circulation optimisés à l'intérieur du véhicule et les portes larges et nombreuses, rendent le service plus rapide, plus confortable et plus accessible.

Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Les transports en communs de Zurich sont relativement lents par rapport à d'autres villes. Ceci est principalement dû aux faibles distances interstation et à la densité du réseau. En certains points critiques, des conflits émergent entre différents véhicules des TC en raison de l'espace limité disponible. Le tram étant prépondérant à Zurich, la reconnaissance dont bénéficient les services de bus de la part de la population est plus faible. Les services peuvent pâtir sérieusement des chantiers de construction.

Enseignements tirés

---

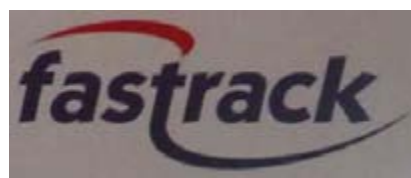
Le système de transport de haute qualité de Zurich n'est pas né d'une mesure isolée, mais bien de la mise en œuvre d'un ensemble de mesures complémentaires offrant des résultats bien supérieurs aux effets de chaque élément pris individuellement. Le soutien de la population constitue un élément essentiel pour la mise en œuvre de mesures favorisant les transports en commun. La planification du réseau, l'affectation d'infrastructures et les caractéristiques du service doivent être conçues pour satisfaire aux conditions imposées par les espaces publics et se mettre au service de l'ensemble des groupes sociaux, notamment des personnes âgées et handicapées et des catégories les plus pauvres, tout en minimisant les impacts négatifs évitables.

[Référénts et coordonnées pour de plus amples informations](#)

Référent : Nelson Carrasco

Téléphone : +41 44 633 3087 ; nelson.carrasco@ivt.baug.ethz.ch

### 7.1.21 Projet Fastrack - Kent Thameside



**Pays :** Royaume-Uni ; **Région / localité :** Kent Thameside ; **Type d'itinéraire :** réseau structurant dans une ville nouvelle

#### Contexte

Le concept Fastrack a été développé via un partenariat entre le Kent County Council (Conseil du Comté de Kent), Arriva, et les partenaires de la région du Kent Thameside. Le Kent Thameside (population de 175 000 habitants en 2010, estimée à 216 000 d'ici à 2021) démontre un potentiel de développement immense, qui devrait entraîner la création de 50 000 emplois et la construction de 30 000 habitations au cours des 20 à 30 prochaines années. Il était nécessaire de mettre en place un système de transport attractif et de haute qualité afin d'atténuer l'impact d'un développement de cette envergure sur le trafic. Le projet Fastrack a été conçu pour répondre à ce défi.

Le projet Fastrack s'inscrit dans le réseau de transports en commun de la région et vient intégrer les services ferrés et de bus actuels. Il est conçu pour offrir des liaisons avec la majorité des développements existants ou en projet des districts de Dartford et de Gravesham. Les services s'appuient sur un réseau d'itinéraires express sur lesquels seuls les véhicules du projet Fastrack sont autorisés à circuler.

Le réseau a été pensé pour permettre de futures extensions ; le réseau final, d'une longueur de 40 km, devrait disposer de 75 % de voies réservées ou prioritaires. Lancé en 2006, Fastrack fait appel à un ensemble de mesures, parmi lesquelles des sites propres exclusifs, la priorité aux bus sur les portions d'autoroute à circulation mixte, une infrastructure et des arrêts de bus de haute qualité, des véhicules dédiés à faible émission, un système de billetterie hors véhicule (pas de vente à bord) et des investissements dans la stratégie de marque et le marketing.

Le réseau Fastrack est actuellement séparé en 2 itinéraires, décrits ci-dessous :

Arriva exploite le réseau Fastrack via deux types de contrat d'exploitation différents. Le travail en partenariat représente l'élément clé de cette relation avec les autorités planificatrices, qui a permis d'aboutir à une vision précise de la future évolution du réseau de bus. Elle cherche également à obtenir des contributions appropriées de la part des promoteurs afin de financer les infrastructures et l'exploitation des services.

Arriva n'a pas hésité à investir du temps dans la formation des conducteurs, organisant des sessions régulières en soirée afin de constituer un effectif de conducteurs impliqué et enthousiaste. Des automates de billettique ont été installés en bordure de voie afin d'optimiser les temps d'embarquement, le réseau étant morcelé en différentes zones afin de simplifier le processus. Le réseau Fastrack a servi de site d'essai pour le système de billettique mobile d'Arriva, qui a ensuite été déployé sur l'ensemble du Royaume-Uni.

### Descriptif

#### **Infrastructure :**

Itinéraire A : 10 km (2,5 km en site propre, 2 km de couloir bus, 5,5 km de circulation sur rue). Cette section dessert un site de développement à usage mixte de 107 ha offrant 1 500 nouvelles habitations et 7 500 emplois. Le promoteur, Prologis, s'est engagé, sur une période de 17 ans, à assurer le financement et l'exploitation d'un service consistant à fournir des déplacements gratuits aux résidents et aux personnes travaillant sur le site, et à équiper chaque nouvelle habitation d'un écran d'information sur le trafic routier.

Itinéraire B : 15 km (5,5 km en site propre, 4 km de couloir bus, 4,5 km de circulation sur rue). Cette section relie les villes de Dartford et de Gravesend, avec des liaisons locales vers le centre commercial de Bluewater et la gare ferroviaire d'Ebbsfleet International. Le contrat d'exploitation a été établi sous la direction du Kent County Council, un accord commercial prévoyant le financement des véhicules par le Council. Le contrat intégrait un certain nombre d'objectifs de performance et la mise en place d'un suivi efficace.

#### **Bus :**

Bus classiques au diesel équipés de caméras de vidéosurveillance, prises de courant et Wi-Fi ; véhicules à un seul niveau clairement identifiés.

#### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Bornes interactives, accès limité à Internet et aux e-mails.
	À bord	Prochain arrêt, destination, affichage d'informations de correspondance (trains pour Londres, etc.)
<b>À destination des conducteurs</b>	Centre de contrôle Fastrack permettant le suivi des bus et de l'ensemble des arrêts ; caméras de vidéosurveillance	
<b>À destination des régulateurs</b>		

#### **Identification :**

<b>Sur les bus</b>	oui	Logo, couleur
<b>Sur les voies de circulation</b>	Protection efficace de la voie réservée	
<b>Aux stations</b>	oui	Logo, design spécifique, confort accru avec l'accès à Internet

### Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

**Infrastructure :** 5 M€/km ; PPP d'une durée de 17 ans

### Quelques résultats

**Fréquentation :** itinéraire B : 6 000 déplacements/jour ; taux de transfert modal depuis la voiture : 19 %

**Temps intervéhiculaires :** 10 à 15 min

**Amplitude horaire :** de 05h30 à 23h (17,5 heures)

**Régularité :** arrivée du bus entre 1 min en avance et 5 min en retard dans 97,5 % des cas (objectif fixé par l'autorité chargée de la circulation) ; disponibilité : 99,52 %

**Vitesse commerciale :** 18 km/h

### Facteurs de réussite / points forts

La flexibilité d'un réseau structurant fondé sur le bus, maintenue tout au long de son développement, et l'adoption d'un objectif constant : une grande qualité de service (régularité).

### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

La crise à venir est susceptible de ralentir les futures évolutions du réseau dans son ensemble, une éventualité qui justifie le choix d'un système flexible.

### Enseignements tirés

L'avantage d'une approche « système » solide et complète.

L'intérêt que représente la flexibilité d'un système de BHNS dont le développement peut se calquer sur celui de la ville.

### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billettique et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Référent : David George (Kent Thameside) ; David.George@kent.gov.uk  
Kevin Hawkins (Arriva) :

## 7.1.22 Système de bus guidé – Cambridge



*La voie guidée en béton aux abords d'une station*

**Pays :** Royaume-Uni ; **Région / localité :** Cambridge ;  
**Type d'itinéraire :** périphérique reliant différentes zones

---

## Contexte

Le projet de ligne de bus guidé de Cambridge a été conçu pour relier les centres-villes clés de Cambridge, Huntingdon et St Ives (Population du Cambridgeshire : 769 000 habitants avec une densité de 200 à 1 000 hab./km<sup>2</sup>). Le choix d'un bus guidé en implantation centrale répond à un besoin de séparation tout en favorisant le respect du site propre, des contraintes de largeur et des enjeux écologiques, et en facilitant l'assainissement pluvial.

La voie guidée en site propre devrait atteindre une longueur totale de 25 km et s'inscrire dans un réseau plus étendu (40 km) comprenant des voies réservées aux bus en site banal. Le coût total du projet est estimé à 116,2 millions de livres sterling, le coût de construction prévu s'élevant à 87 millions de livres sterling. Le projet est financé à hauteur de 92,5 millions de livres sterling par le Département des transports britannique, les 23,7 millions restant étant pris en charge par le promoteur. À l'origine, le contrat de construction prévoyait la livraison pour janvier 2009. Au moment de l'attribution du marché, une inauguration simultanée des sections nord (de St Ives à Cambridge) et sud (de la gare ferroviaire de Cambridge au parc relais de Trumpington via le centre hospitalier Addenbrooke) était prévue. Depuis, il est devenu de plus en plus évident que la livraison du projet ferait l'objet de retards, le prestataire ayant connu des difficultés à respecter le calendrier. Le Cambridgeshire County Council (Conseil du Comté de Cambridgeshire) a engagé une collaboration avec le prestataire afin d'accélérer la livraison, dans l'espoir qu'au moins une portion du projet puisse être mise à disposition du public. La date de livraison est actuellement prévue pour fin 2011.

Deux exploitants de bus ont d'ores et déjà signé un contrat de partenariat afin d'exploiter le site propre. L'ensemble des coûts et des risques, achat des véhicules compris, sont assumés par les exploitants. Ceux-ci se sont engagés sur un partenariat de 5 ans qui implique le paiement de frais d'accès à l'utilisation du site propre, dont les revenus seront directement injectés dans les opérations d'entretien du réseau.

## Descriptif

### **Infrastructure :**

Le site propre est construit sur la base de poutres en béton précontraint (similaires à celles utilisées sur le projet d'Essen) sélectionnées pour le confort supérieur qu'elles procurent. D'une longueur variable (10 à 15 m), les poutres sont dotées de semelles isolées. Les extrémités de la portion en voie réservée (57 % de la longueur totale) sont closes par des barrières franchissables uniquement par les bus (pas de partage).

Distance interstation : 2 500m (sur voie de guidage), environ 400 m au sein des pôles urbains.

Stations : automates de billetterie, caméras de vidéosurveillance, informations dynamiques, dispositifs de stationnement pour vélos (290 places), quelques parcs relais (1 700 places).

**Bus :** véhicules au diesel classiques à impériale ou à un seul niveau avec dispositif de guidage spécifique, rampe manuelle pour les fauteuils roulants.

### **Outils de STI :**

<b>À destination des voyageurs</b> (informations visuelles et vocales)	Aux stations	Informations dynamiques, temps d'attente
	À bord	Informations dynamiques
<b>À destination des conducteurs</b>	SAE avec caméras de vidéosurveillance	
<b>À destination des régulateurs</b>		

### **Identification :**

<b>Sur le bus</b>	oui	Plusieurs exploitants
<b>Sur les voies de circulation</b>	Respect automatique de la voie réservée sur la portion guidée	
<b>Aux stations</b>	oui	Confort et services identiques

## Coût et sources de financement si disponibles (en euros)

Infrastructure : financée par PPP (3,4 M€/km).

Les exploitants devront s'acquitter de frais d'accès (500 000 livres sterling par an) qui permettront d'absorber les coûts d'entretien et d'exploitation depuis le centre de contrôle.

## Quelques résultats

**Fréquentation :** 20 000 voyageurs attendus à l'horizon 2016

**Temps intervéhiculaires :** 20 à 30 min (plusieurs lignes)

---



**Amplitude horaire :** données non disponibles  
**Régularité :** données non disponibles  
**Vitesse commerciale :** 60 km/h sur la voie guidée (prévision)

#### Facteurs de réussite / points forts

Bien que le projet ne soit pas encore en exploitation, il est possible de citer les avantages suivants : couloirs bus exclusifs et bien protégés ; infrastructure fiable (en béton) ; haut niveau de qualité des stations, offrant une intermodalité forte avec le vélo, les systèmes ferrés et les voitures (parcs relais)

#### Obstacles / points faibles / aspects à surveiller

Des problèmes de qualité sont survenus au cours de la phase de construction de l'infrastructure, entraînant un retard très important du lancement de l'exploitation.  
 La première année d'exploitation devrait permettre de réaliser une évaluation du projet.

#### Enseignements tirés

La première année d'exploitation permettra de confirmer toute éventuelle conclusion à tirer. Le projet semble se conformer à une approche « système » intégrée et efficace.

#### Stratégie de choix de composants pour le système

	1	2	3	4	5
Voies de circulation	Voie réservée principalement latérale (C)	Voie réservée majoritairement à double sens (B)	Voie réservée avec certains croisements dénivelés (B+)	Voie réservée partiellement stratégique (A)	Voie réservée stratégique (A) avec voies de dépassement (capacité élevée)
Stations	Sans surélévation	Uniquement surélevées (accessibilité)	Surélevées avec informations dynamiques	Identique à la col. 3, avec design spécifique	Identique à la col. 4, avec automates de billetterie et caméras de vidéosurveillance
Véhicule	Bus classique (1)	Bus classique (CNG, biocarburant, hybridation, etc.)	Trolleybus	Design spécifique	Bus guidé (parc spécifique)
STI	Aucun	Priorité partielle aux feux	SAE (priorité quasi-systématique aux feux)	Identique à la col. 3 avec informations dynamiques	Identique à la col. 4 avec absence de vente de tickets par le conducteur
Identification de l'itinéraire	Aucune	Stations spécifiques	Parc de couleur spécifique	Stations et bus spécifiques, voie réservée contrastée	Identification forte (logo, conception spécifique du système)

(1) : peut désigner un bus ou un car standard, articulé ou bi-articulé.

#### Référents et coordonnées pour de plus amples informations

Institution : Cambridgeshire County Council (Conseil du Comté de Cambridgeshire)  
 Référent : Bob Menzies ; bob.menzies@cambridgeshire.gov.uk

---

### 7.1.23 BUS-HOV – la section bus et covoiturage - Madrid



**Pays:** Espagne Ville: Madrid

**Nom du système:** A-6 Corridor BUS-HOV

**Maître d'ouvrage:** Consorcio Regional de Transportes de Madrid

#### **Contexte**

Dans les années 90, on observe un fort accroissement de population et d'emplois le long de l'autoroute A-6, entrée Nord-ouest de Madrid, une tendance qui a continué. L'accroissement de la congestion créa un problème, qui devenait difficile compte tenu des caractéristiques de la population à cet endroit : haut niveau de revenu, taux élevé de motorisation, et densité faible.

Ainsi, l'initiative a été de construire une voie spéciale "BUS-HOV" (Bus et covoiturage) en 1995, permettant à la fois de favoriser le transport Public sur le corridor et d'augmenter le taux d'occupation des véhicules particuliers. Une meilleure utilisation de l'infrastructure est de nature à répondre à des objectifs environnementaux.

Ce système « BUS-HOV » consiste en une voie réservée de 16 km au milieu de l'A-6, partant de la périphérie de Las Rozas à 18 km de la ville de Madrid, jusqu'au quartier de Moncloa, lieu d'une gare d'échange importante (métro, train). Des GBA (Glissières Béton Armé) séparent physiquement cette voie, qui est réversible, autorisant le matin le flux dédié entrant à Madrid, et l'après midi le même flux sortant.

Les entrées à cette voie "BUS-HOV" system sont localisées aux deux extrémités ainsi qu'à 3 points intermédiaires d'accès en tunnel. Ces accès sont utilisés par des bus, des véhicules particuliers avec 2 passagers ou plus, des motos et véhicules d'urgence.

#### **Descriptif sommaire**

##### **Infrastructure :**

Longueur: 16.1 km = 3.8 km avec uniquement des BUS + 12.3 km avec bus et covoiturage

Largeur de la voie bus: Section bus et covoiturage : deux voies de 3.5m + accotement de 1.5m

Section bus seul: une voie de 5m + accotements 0.5m

Inter-station : sans objet, pas de station le long de cette infrastructure

Carrefours: sans objet, accès spécifiques en tunnel.

##### **Bus :**

Type: pas de bus spécifiques, infrastructure utilisée par tous les bus interurbains de ce corridor.

Longueur: principalement des standard 12 m et quelques articulés 18 m

Capacité: moyenne de 54 assis + 30 debout

##### **Outils STI :**

SAEIV en cours d'installation pour toute la flotte des bus de toute la région de Madrid (2,000 bus).

Pour les passagers: à la station: information dynamique en cours d'installation (à ce moment 4 panneaux LED à Majadahonda + 1 arrêt équipé de bluetooth); info possible par SMS en temps réel.

A bord : écrans LED avec info temps réel

Pour les conducteurs: à la station, idem

A bord: écran spécifique

---

### **Identification:**

Pas de reconnaissance spécifique des bus, la voie et les stations sont identifiées

### **Coût et sources de financement si disponibles (en €)**

**Investissement, coût moyen par km:** 52.6 M€ (infrastructure Bus-HOV) + 13.2 M€ (gare d'échange Moncloa)

**Coût d'un bus:** sans objet, pas de surcoût particulier

**Coût d'exploitation:** non fournis

### **Quelques résultats**

**Clientèle:** 44 lignes de bus interurbain, 112,000 passagers par jour, avec 185 bus à l'heure de pointe

**Fréquence:** de 10 minutes à 30 minutes, en fonction de la ligne et de l'heure

**Amplitude horaire:** de 5h.00 à minuit plus des services de nuit

**Régularité:** non donné

**Vitesse commerciale moyenne:** non disponible sur la section (exemple, la ligne 651 a une vitesse commerciale de 28.5 km/h en HP, 33.5 km/h en HC)

**Accidents:** 545 acc/an (intérieur: 43 mineurs, 373 matériel / extérieur: 2 mineur)

### **Facteurs de réussite / points forts**

Les résultats obtenus depuis l'inauguration ont été très positifs:

A l'heure de pointe du matin 60% des personnes entrant dans Madrid par ce corridor utilisent cette infrastructure BUS-HOV

La part modale du bus s'est accrue de 17% (1991) à 26% (1997) puis 28% (2008)

Report modal vers le PT: l'usage de la voiture a diminué de 56% (1991) à 48% (1997) puis 50.4% (2008)

Réduction du temps de trajet: in 1996, gain de temps moyen en HP entre 6 et 15 minutes (BUS-HOV vs voies conventionnelles)

Augmentation du taux d'occupation des VP (de 1.36 en 1991 à 2.00 en 1997)

Plus de personnes utilisent le bus que le train suburbain sur ce corridor (mobilité vers Madrid).

4 éléments clés de ce succès :

1. La longueur de la voie Bus-HOV de 12.3 km
2. La longueur de la voie Bus seul de 3.8 km
3. La station souterraine de Moncloa
4. Les bonnes connections entre le métro et les lignes de bus

### **Obstacles / points faibles / aspects à surveiller**

Besoin d'espace urbain (non disponible partout) pour réussir de tels projets.

Besoin de coordination de différentes administrations, prenant en compte les besoins / difficultés des citoyens.

Besoin de réunir un budget important.

### **Enseignements tirés**

L'intermodalité est un facteur clé pour le transport public. Les gares d'échanges sont les principaux éléments pour favoriser l'usage du transport public, la facilité des connections entre les modes (y compris les VP) est décisive pour réussir le transfert modal.

### **Références et contacts pour de plus amples informations**

**Contact person (CRTM):** Laura Delgado; **E-mail:** laura.delgado@crtm.es

---

## 7.2 Acronymes

AVMS : système automatique de suivi du véhicule (SAE)	CCV : coût du cycle de vie
BHNS : bus à haut niveau de service	TVR : transport sur voie réservée
BRT : Bus Rapid Transit (service rapide par bus)	CD : Comité de direction
ACB : analyse coût-bénéfice	PPP : partenariat public-privé
CCTV : Closed-Circuit TeleVision (vidéosurveillance)	AOT : autorité organisatrice de transports
DPI : Dynamic Passenger Information (information dynamique des voyageurs)	RoW : Right of Way (priorité de passage)
EBSF : European Bus System of the Future (Système de bus européen du futur)	ITR : Information en temps réel
GES : Gaz à effet de serre	MSCT : mission scientifique à court terme
CVC : chauffage, ventilation et climatisation d'air	GT : groupe de travail
STI : système de transport intelligent	LT : lot de travaux
KPI : indicateurs clés de performance	

## 7.3 Glossaire des termes techniques et des concepts<sup>68</sup>

### 7.3.1 Termes relatifs à l'infrastructure

**Asphalte** : le terme asphalte est souvent utilisé pour désigner le béton bitumineux. Il s'agit d'un matériau noir, collant et très visqueux à l'état liquide ou semi-solide qu'on retrouve dans la plupart des pétroles brut ainsi qu'en gisements naturels. L'asphalte est presque intégralement composé de bitume.

**Vélostation** : aménagement permettant de passer du mode vélo aux TC (c. à d. de rejoindre l'arrêt de bus en vélo, puis de poursuivre son trajet dans les transports en commun une fois le vélo garé).

**Avancée de trottoir pour bus** : extension d'une section de trottoir de la bordure d'une bande de stationnement jusqu'à la limite d'une intersection, ou décalage de cette bordure sur une voie. Ce dispositif permet de créer de l'espace pour l'aménagement d'équipements pour les voyageurs au niveau des stations, de réduire les distances de traversée de rue pour les piétons et d'éliminer les mouvements latéraux des bus pour entrer et sortir des stations.

**Voie réservée (ou dédiée)** : voie réservée à l'usage exclusif des véhicules de transport. Les voies réservées, qui peuvent occuper différentes positions dans le profil en travers, sont regroupées dans les catégories suivantes :

- Position latérale en voie unique : les bus circulent le long de la bordure dans la même direction que la voie adjacente.
- Position latérale à contresens : les véhicules de transport circulent le long de la bordure dans la direction opposée à la circulation.
- Voies en position latérale de part et d'autre de la chaussée.
- Voies à double sens en position latérale.
- Voie en position centrale dans une rue à double sens. Elle peut être en sens unique ou à double sens.

Ces voies bénéficient de différents niveaux de protection :

- Marquage officiel ou simple différence de couleur ou de texture ; la voie est alors facilement accessible aux autres véhicules en l'absence de séparation physique.
- Bordure surélevée qu'il est possible de franchir à vitesse très réduite (elle permet une utilisation flexible du site propre).
- Système infranchissable par les véhicules.

Les voies réservées peuvent être partagées avec certaines catégories de véhicules tels les taxis et les vélos.

**Voie réservée exclusive** : voie dédiée physiquement inaccessible sur une section complète, piétons et cyclistes compris, et pourvue d'intersections dénivelées (viaducs, tunnels, etc.).

---

<sup>68</sup> Inspiré des glossaires relatifs au BRT publiés par la FTA (États-Unis) et complété par d'autres glossaires provenant de l'UE.

---

**Voie réservée flexible** : voie dont le caractère exclusif peut varier ; elle peut être réversible (réservée dans une direction le matin et dans l'autre l'après-midi), réservée sur une certaine plage horaire, ou encore réservée à l'approche d'un bus (Lisbonne a mis en place un système de couloirs bus en alternance), etc.

**Voie réservée au covoiturage** : voie réservée aux véhicules transportant plus d'un passager, bus compris. Ce type de voie est souvent mis en œuvre sur autoroute.

**Catégories d'infrastructure<sup>69</sup>** : catégories A, B ou C présentées dans le chapitre 3.3.

**Dépose-minute (Kiss & Ride)** : dispositif permettant de déposer ou de venir chercher en voiture particulière des usagers des TC.

**Intermodalité** : désigne la qualité des liaisons entre les différents modes de transport existants, qui permettent de créer une chaîne de déplacements porte-à-porte.

**Voie mixte** : exploitation d'un BHNS au sein de la circulation générale.

**Parc relais** : aménagement permettant un transfert entre les TC et les voitures particulières. Le prix du stationnement est compris dans la tarification du titre de transport.

**Voie de dépassement** : voie supplémentaire permettant le dépassement entre bus en service. Les zones de retrait pour bus et les voies de dépassement représentent deux solutions majeures permettant d'améliorer la capacité d'un système de BHNS en matière de dépassement (intégration d'itinéraires rapides).

**Aménagement du quai** : conception du quai relative à l'intégration des véhicules. Les trois possibilités fondamentales sont les suivantes : quai de longueur équivalente à un véhicule, quai étendu (pouvant accueillir plusieurs véhicules) sans zones d'arrêt spécifiques, et quai étendu avec zones d'arrêt assignées.

**Voie d'évitement de file d'attente** : section de voie dédiée, traitement de la signalisation aux endroits pourvus de dispositifs de signalisation ou autres emplacements où la circulation cède la priorité aux TC. Les véhicules de TC circulent sur ces sections pour éviter les files d'attente (les autres véhicules leur cèdent la priorité). Une voie d'évitement de file d'attente peut être partagée avec le flux de circulation changeant de direction à un carrefour.

**Priorité de passage** : tous types d'aménagements sur l'infrastructure accordant la priorité aux véhicules de TC.

**Carrefour** : intersection entre la voie de circulation et d'autres rues ou routes. Deux configurations sont possibles :

- intersection entièrement dénivelée dans le cas d'une voie réservée exclusive
- intersection à niveau

**Structure de l'itinéraire** : méthode d'utilisation des stations et des voies de circulation pour accueillir différents véhicules desservant plusieurs itinéraires.

**Voie de circulation** : l'espace au sein duquel les véhicules sont exploités. Dans le cas des systèmes de BHNS, la voie de circulation peut être réservée, exclusive ou accueillir une circulation mixte.

**Séparation des voies de circulation** : niveau de séparation entre les véhicules de BHNS et la circulation générale. Le plus haut niveau de séparation des véhicules de BHNS correspond à une voie réservée exclusive entièrement dénivelée. Les autres solutions de séparation, par ordre décroissant, sont les voies réservées à niveau, les voies artérielles dédiées et les voies mixtes.

**Ornière (route)** : il s'agit d'une dépression ou d'une gorge creusée sur une route ou un chemin par le passage de roues. L'orniérage peut être éliminé réalisant des travaux d'amélioration de la chaussée.

**Bordures inclinées** : bordures présentant une pente d'environ 60° facilitant l'accostage des bus, qui sont en mesure de se mettre au contact de la bordure aux arrêts.

**Station** : terme adopté pour le concept de BHNS (et principalement pour les systèmes de BHNS complets à haute capacité). Une conception robuste doit en effet être adoptée pour les arrêts, qui ne peuvent être déplacés sous aucun prétexte, de manière analogue aux stations de tram ou de transport ferré léger. À quelques rares exceptions près, l'emplacement d'une station ne doit jamais varier.

**Distances interstation** : la distance qui sépare les stations exerce une influence sur le temps de parcours des voyageurs et sur le nombre de destinations desservies tout au long de l'itinéraire.

**Arrêt (de bus)** : terme adopté pour les lignes de bus classiques. Ils offrent plus de flexibilité grâce à la facilité avec laquelle ils peuvent être déplacés, ce qui survient fréquemment à l'occasion de travaux de voirie, de marchés, d'événements exceptionnels, etc.

**TOD (développement orienté transports)** : stratégie permettant le cofinancement de pôles d'échanges de grande envergure par des fonds publics et privés tout en organisant l'aménagement urbain autour de ces zones (concept nord-américain).

---

<sup>69</sup> D'après « Urban Transit systems and technology » (Systèmes et technologies des transports urbains), version 2007, du professeur Vukan R. Vuchic, nommé Doctor honoris causa du CNAM.  
[http://www1.cnam.fr/mediascnam/Conferences/2011/110310\\_HonorisCausa\\_VVuchic.html](http://www1.cnam.fr/mediascnam/Conferences/2011/110310_HonorisCausa_VVuchic.html)

---

### 7.3.2 Termes relatifs au matériel roulant

**Capacité d'un véhicule :** nombre maximum de voyageurs assis et debout qu'un véhicule peut accueillir confortablement et en toute sécurité (niveau de confort fixé en dessous de 3 ou 4 voyageurs/m<sup>2</sup>).

**Propulsion bi-mode :** système de propulsion capable d'adopter deux modes de fonctionnement différents ; il regroupe généralement des motorisations thermique et électrique (ex. : le trolleybus).

**Bus à plancher bas :** bus partiellement ou entièrement équipé d'un plancher bas (seuils de portes à environ 32/34 cm de la chaussée), qui facilite l'accès des fauteuils roulants et des poussettes. Conformément à la législation européenne (directive 2001/85/CE), au moins une porte doit être équipée d'une rampe (manuelle ou électrique).

**Bus /car à accès bas :** véhicule dont la porte avant est accessible.

**Montée à plusieurs portes :** l'accès à bord est autorisé par plusieurs portes, accélérant ainsi le temps d'embarquement. Ce système exige généralement un système de billettique hors véhicule (pas de vente à bord).

**Système de guidage de véhicule :** système permettant de guider le bus automatiquement ou de le diriger sur les voies de circulation tout en conservant sa vitesse. Il peut être optique ou magnétique. Dans le premier cas, des marquages doivent être effectués sur la chaussée, la deuxième solution exigeant l'implantation (invisible) d'aimants dans la chaussée. Le guidage peut également s'appuyer sur un système mécanique faisant appel à un rail ou à des bordures latérales (implantées de chaque côté afin de maintenir le bus sur une trajectoire spécifique).

### 7.3.3 Termes relatifs à l'exploitation, aux STI et à la stratégie d'identification

**Compteur automatique de passagers (Automated Passenger Counter, APC) :** système comptant automatiquement le nombre de voyageurs montant dans les véhicules ou en descendant. Les tapis sensibles (enregistrant les voyageurs lorsqu'ils marchent sur le tapis) et les rayons infrarouge (enregistrant les voyageurs lorsqu'ils passent devant le rayon) comptent parmi les technologies utilisées au sein des APC.

**Système automatique de suivi du véhicule (AVM/SAE) :** technologie permettant de localiser les bus en temps réel au sein du réseau routier de la ville. On observe deux stratégies d'exploitation, l'une s'appuyant sur les horaires, l'autre sur les temps intervéhiculaires (lorsque la fréquence est inférieure à 5/10 min).

**Système de billettique avec barrières d'accès :** système de billettique selon lequel les voyageurs doivent se procurer un titre de transport pour pouvoir franchir des portillons ou des barrières leur autorisant l'accès à bord du véhicule. Ce processus permet de réduire la durée des arrêts aux stations.

**Système de preuve d'achat sans barrière d'accès :** système de billettique selon lequel les voyageurs sont tenus d'acheter leur titre de transport avant d'embarquer dans le véhicule et de conserver sur eux un titre valide pendant toute la durée de leur trajet à bord. Des contrôleurs mobiles s'assurent que les voyageurs sont en possession d'un titre de transport valide. Ce processus permet de réduire la durée des arrêts aux stations.

**Stratégie d'identification :** stratégie visant à différencier un produit spécifique des autres produits afin d'en renforcer l'identité. Dans le cas des systèmes de BHNS, la stratégie d'identification implique l'introduction d'éléments cohérents au sein de trois sous-systèmes (bus, stations, marqueurs visuels distinctifs tels les logos, couleurs, noms, etc.) qui identifient un service ou un itinéraire distinct des autres services de TC aux yeux des voyageurs.

**Vidéosurveillance :** système de sécurité qui fait appel à des caméras vidéo pour transmettre des images à un nombre limité d'écrans situés en un endroit spécifique. Les équipements de vidéosurveillance permettent d'observer l'exploitation du service depuis un centre de contrôle.

**Durée des arrêts :** temps d'arrêt des véhicules à une station permettant la montée et la descente des voyageurs à bord. Les systèmes de BHNS cherchent à réduire cette durée au maximum en optimisant la hauteur et l'aménagement des quais, la configuration des véhicules, la circulation des voyageurs et le processus de billettique.

**Systèmes d'automatisation et d'assistance au conducteur :** technologies offrant une automatisation des commandes des véhicules de BHNS. Elles incluent les systèmes d'avertissement de collision, d'accostage de précision et de guidage du véhicule.

**Structure de tarification :** elle établit les méthodes d'évaluation de la tarification et de paiement des titres de transport. Il existe deux principaux types de structure : la tarification unique (tarif identique quelle que soit la distance ou la qualité du service) et la tarification différenciée (tarif variable selon la longueur du déplacement, la période de la journée et/ou le type de service). Les services de billettique peuvent être proposés à bord, hors véhicule ou préalablement à l'embarquement.

**Fréquence de service :** nombre de véhicules par heure.

**Temps intervéhiculaire :** intervalle entre deux véhicules.

---

**Systèmes de transport intelligents (STI) :** technologies de transport avancées dont l'application permet d'améliorer les performances de transport, et notamment de fournir des informations plus fiables.

**Niveau de service (NS) :** mesure la quantité des services tels qu'ils sont planifiés (fréquence, capacité, amplitude horaire, etc.). Pour un haut niveau de service, il convient d'offrir une qualité de haut niveau (voir les chapitres 3.5.2 et 3.6.1).

**Système de paiement à bord :** système de tarification selon lequel les voyageurs achètent leur titre de transport à bord sur un automate de billettique, ou présentent leur titre de transport valide au conducteur.

**Qualité de service :** mesure la différence entre le service tel qu'il a été conçu et le service véritablement offert (régularité ou ponctualité, fiabilité, confort, accessibilité, etc.) en se fondant sur la norme européenne EN 13816.

**Fiabilité :** « 1 moins la probabilité de défaillance ». Cependant, pour les systèmes de TC, la défaillance est une notion complexe et difficile à définir (nombre de km perdus, nombre d'événements pour 100 000 km, etc.).

**Fiabilité (de temps de parcours) :** cohérence des temps de parcours mesurés jour après jour sur le même déplacement.

**Fiabilité (du service de TC) :** notion pouvant être perçue de différentes manières :

« variabilité des performances dans le temps »

« variabilité des caractéristiques du service et ses effets sur le comportement des voyageurs et sur les performances de l'agence de transport »

« respect des horaires et maintien des retards à un niveau minimum »

**Amplitude horaire :** période pendant laquelle un service de TC est disponible aux voyageurs. Exemples : service continu en journée, service aux heures de pointe.

**Contrôle d'accès aux stations et aux voies :** autorise l'accès des véhicules aux voies de circulation et aux stations dédiées au BHNS par l'intermédiaire d'une signalétique à messages variables et/ou des systèmes de commande de barrières.

**Automates de billettique :** machine fixe de distribution de titres de transport acceptant de l'argent comptant, des cartes à puces ou des cartes de crédit.

**Temps de correspondance :** temps d'attente des voyageurs lors d'une correspondance entre deux véhicules de transport spécifiques. Les lieux de correspondance des voyageurs sont déterminés par la conception du réseau.

**Système de priorité aux feux :** réduction des retards imposés aux bus aux feux grâce à un ajustement de la synchronisation de la signalisation. Les techniques de priorité utilisées impliquent un tel ajustement lorsqu'un bus est détecté (passage d'un feu au vert, extension de la durée du feu vert, raccourcissement de la durée du feu rouge).

**Portillons :** élément rotatif, susceptible d'intégrer un système de contrôle d'accès, qui permet de contrôler chaque voyageur entrant dans une station fermée en validant le paiement de son titre de transport.

**Panneau à message variable (PMV) :** panneau affichant des messages clignotant. Le message est variable et peut être modifié en temps réel.

## 7.4 Références bibliographiques

Bergische Universität Wuppertal, « Bus or Light rail: making the right choice », deuxième édition, 2003.

TCRP Report 90, Transportation Research Board, « Bus Rapid Transit » ; Volume 2 : Implementation Guidelines – Volume 1 : best practises – 2003.

US Department of Transportation « Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making » – 2004.

CERTU (ed.), (2005), *Bus à haut niveau de service : concept et recommandations*, Certu, Lyon, France, 111 p.

ITDP (ed.), (2007) *Bus Rapid Transit planning guide*, USA, 700p.

CERTU (ed.), (2009), *Bus à haut niveau de service : du choix du système à sa mise en œuvre*, Certu, Lyon, France.

2009 – « Bus Rapid Transit in Sweden? - Short version of a swedish prestudy ». Guide suédois sur le BRT, disponible sur le CD ci-joint.

G. Ambrosino, J. Nleson, M. Boero, M. Romanazzo (eds) « Infomobility and Sustainable Management of Transport Systems » novembre 2010, édition ENEA

Lloyd Wright (rédacteur invité) - Built Environment, « Bus Rapid Transit : a public transport renaissance » – vol36 n°3 – 2010.

Sites Internet relatifs au BHNS ou au BRT :

---

<http://www.brtuk.org> : site britannique géré par une association de professionnels.  
[www.gobrt.org](http://www.gobrt.org) : Bus Rapid Transit Policy Center, États-Unis.  
[www.nbrti.org](http://www.nbrti.org) : national BRT Institute (Institut national américain chargé des BRT).  
[www.bhns.fr](http://www.bhns.fr) : site Internet français sur le bus à haut niveau de service.  
<http://www.chinabrt.org/> : site Internet chinois rassemblant des informations sur les systèmes de BRT du monde entier.  
<http://www.brt.cl> : site Internet du Centre d'excellence sur les systèmes de BRT mis en place par Volvo sur le campus de l'université pontificale catholique du Chili (Santiago).  
<http://www.embarq.org> : site Internet de l'association Embarq, établie à Washington, qui s'intéresse aux transports durables dans les pays en voie de développement (souvent en collaboration avec la Banque mondiale).  
<http://www.sibrtonline.org/> : site Internet regroupant les tendances relatives au BRT en Amérique latine.  
<http://www.globalride-sf.org/> : site Internet dédié à l'« accessibilité aux TC pour tous » (et notamment au BRT) dans le monde entier.

## 7.5 Contenu du CD

- 1- Cahier des charges de l'action COST TU 0603
- 2- Présentations des conférences organisées par le groupe COST
- 3- Descriptifs des systèmes de BHNS décrits et visités
  - Modèles de documents et directives pour décrire un BHNS
  - Résumés des descriptifs de systèmes de BHNS
  - Descriptifs complets de systèmes de BHNS
  - Photographies des systèmes de BHNS visités
  - Fichier contenant les principales données recueillies dans le cadre des descriptions de systèmes de BHNS.
- 4- Ébauches et rapports finaux établis par le groupe COST
  - Le présent rapport final (fichier au format PDF)
  - Contributions complètes de certains groupe de travail
  - Rapport intermédiaire d'analyse du groupe COST
- 5- Rapports des missions techniques (établis par certains membres du groupe COST)
- 6- Diffusion
  - Articles réalisés pendant l'action COST
  - 2 quatre-pages pour présenter l'action
  - Comptes-rendus ; présentations à l'occasion de conférences externes
  - Rapports d'analyse externes - ouvrages

Le CD est disponible uniquement en anglais ; son contenu est accessible dans la base de donnée Mobi+ de l'UITP, à l'adresse suivante, accessible par les membres de l'UITP :

<http://www.uitp.org/knowledge/information-centre.cfm>

Pour ceux qui ne sont pas membres de l'UITP, s'adresser à François Rambaud au CERTU  
Francois.Rambaud@developpement-durable.gouv.fr



---

© COST Office, novembre 2011.

*La reproduction ou l'utilisation sans autorisation du contenu de cet ouvrage par quelque moyen que ce soit est permise, à l'exception des images, diagrammes ou autres contenus issus de détenteurs de droits d'auteur tiers.*

*Dans de tels cas, l'autorisation des détenteurs des droits est requise.*

*Cet ouvrage peut être cité sous la référence suivante : COST Action TU 603 – Buses with High Level of Service – Results and trends from 30 EU cities.*

Coordination : Département Publications du CERTU

Imprimeur : Jouve, + 33 (0)1 44 76 54 24

Achévé d'imprimer en octobre 2011

Copyright : 4<sup>ème</sup> trimestre 2011

ISBN : 978-2-11-099577-3

Le présent rapport a été imprimé sur du papier provenant de bois issus d'une exploitation durable (norme PEFC) et selon des procédés de production propres (norme ECF).

L'Imprimerie Jouve bénéficie d'une certification relative à la protection de l'environnement. Ses procédés sont conformes aux directives européennes actuelles relatives à l'utilisation d'encre végétale et de papier recyclé, l'entreprise s'assurant également du traitement des déchets dangereux par une entreprise certifiée et réduisant ses émissions de COV.

ISBN: 978-2-11-129517-9



Le COST bénéficie du soutien du Programme-cadre pour la recherche et le développement technologique de l'Union européenne

L'ESF finance le bureau  
COST par l'intermédiaire  
d'un contrat CE

