



Chemin de fer Pau – Canfranc – Saragosse

Potentiel de capacité de la ligne

Jürg Suter

Débat à Bedous, 27 mars 2010

Déroulement

- **1. Introduction**
- **2. Conditions de la capacité**
- **3. Résultats de la recherche**
- **4. Conclusions**

1. Introduction

- **Motivation pour les recherches sur la ligne du Canfranc**
 - **Situation semblable aux Alpes**
 - **Application des outils modernes**
 - **Présentation de solutions**

Introduction

- **Définition de la capacité dans le contexte d'une ligne de chemin de fer**

– *„Production possible de voyageurs-km et de tonnes-km par trajet et jour“*

$$\text{kmv} + \text{kmt} / \text{d} * \text{t}$$

- **Il faut tenir compte de la complexité à cause des interactions dans le système!**

Introduction

- **Moyen pour déterminer la capacité:**
Approche basée sur des simulations
 - Possibilités des calculations
 - Précision des résultats
 - Analyse de sensibilité

Introduction

Programme de simulation: propriétés exactes de l'infrastructure

The screenshot displays the OpenTrack simulation software interface. The main window, titled "106-BED-OSM.opentrack", shows a detailed view of a railway track layout. The track starts at "Bedous" and ends at "St. Christophe-Lurbe". Key stations along the route include "Sarrance" and "Escot". The track layout features multiple parallel tracks, with a central section containing a complex arrangement of tracks and signals. An orange arrow points to a specific track segment in the lower-left area of the main window.

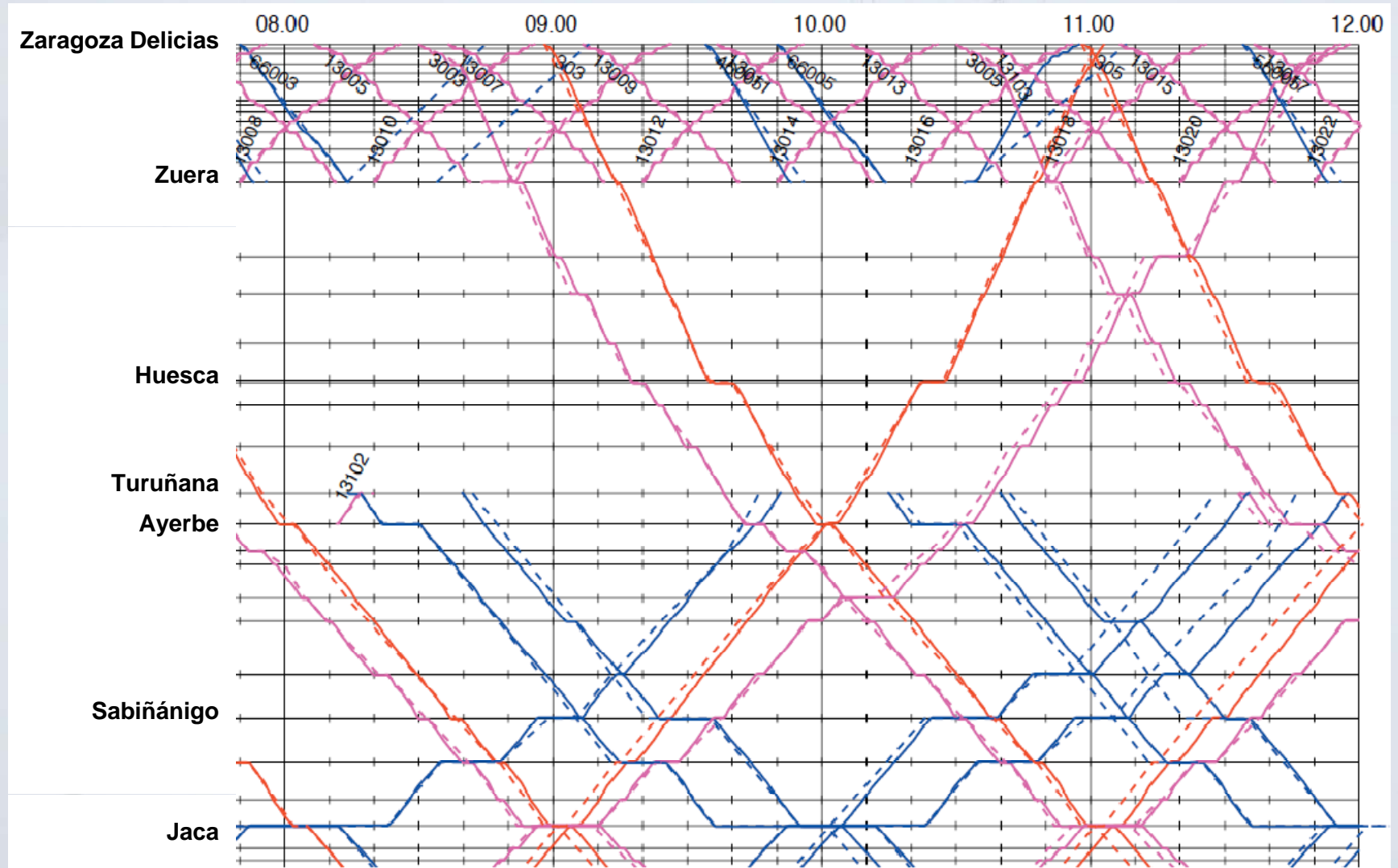
The "Inspector - Edge" panel on the right provides detailed technical specifications for the selected track segment:

- Track
- Length: Cal. [m] 219
- Length Σ : [m] 219
- Radius: [m] -300.0
- Gradient: [%] -15.00
- Tunnel single, smooth
- Loop / Radio (ETCS)
- Rack Rail
- Overlap / Slip
- Power Supply :
- Link : Del. New ---
- Speed [km/h]

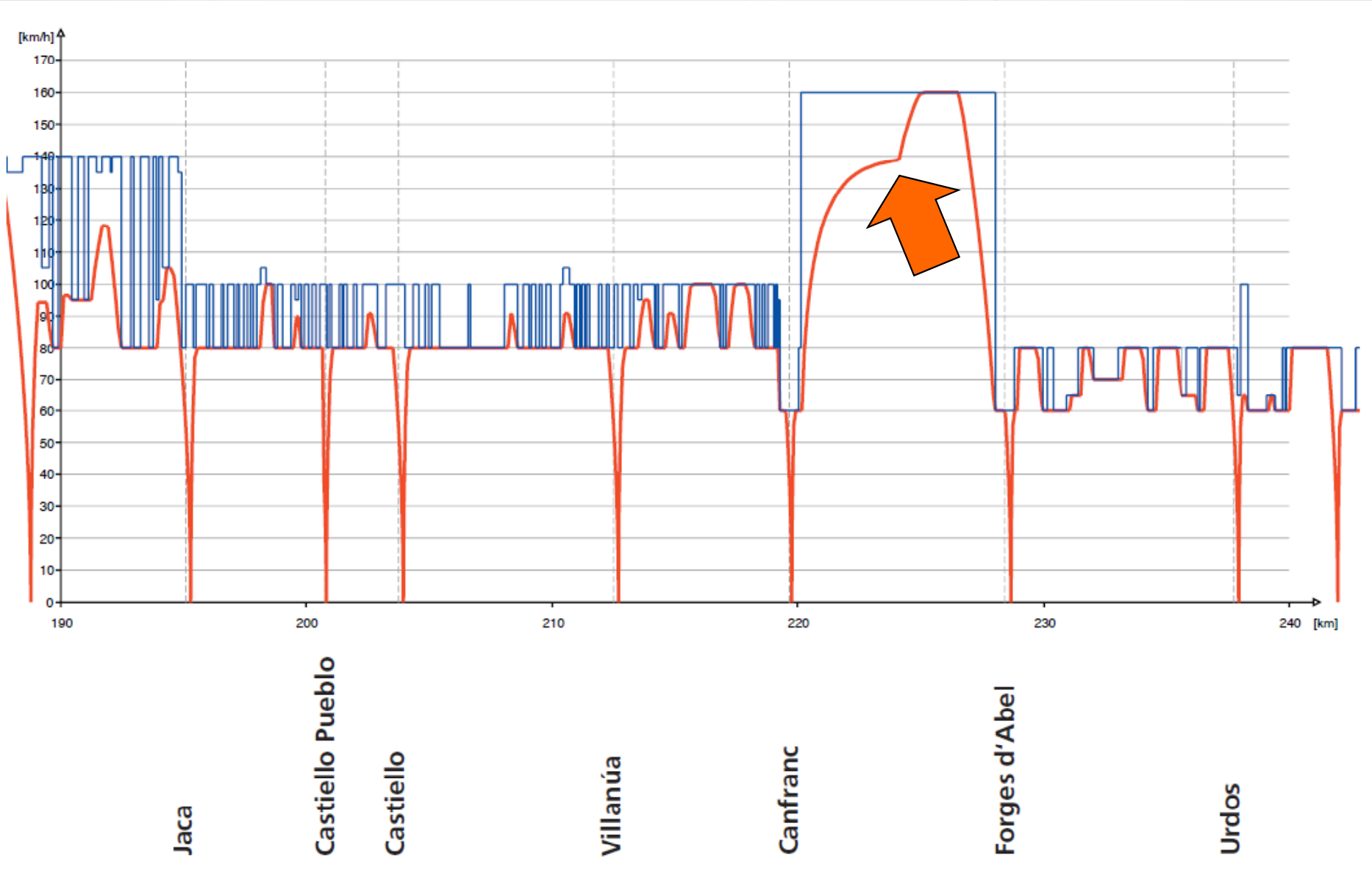
Type	1-	1<-2
Reihe R	80	80
Reihe A	75	75
	--	--

Introduction

Programme de simulation: déroulement d'un horaire complet



Introduction



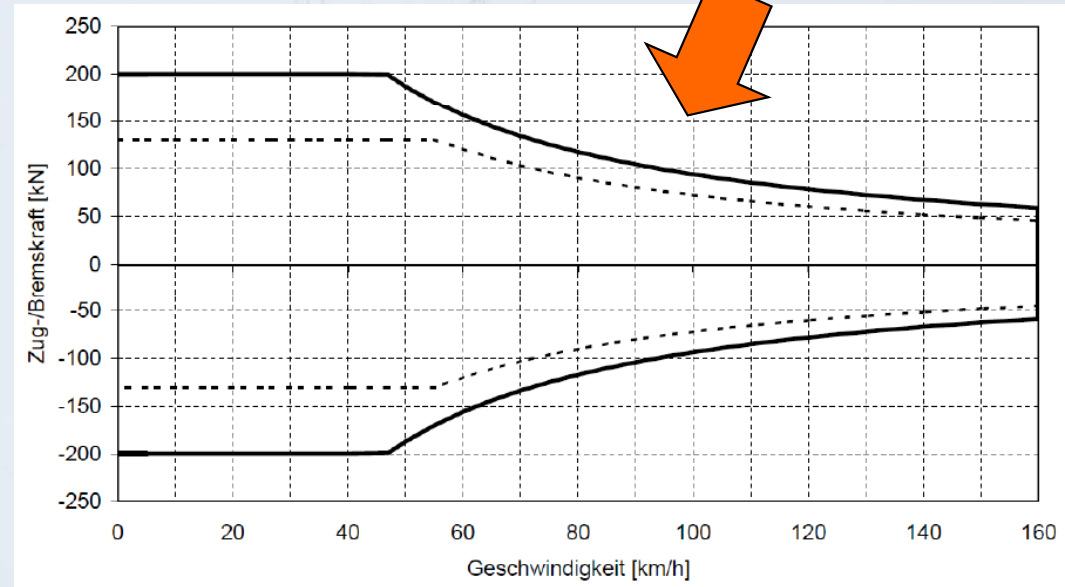
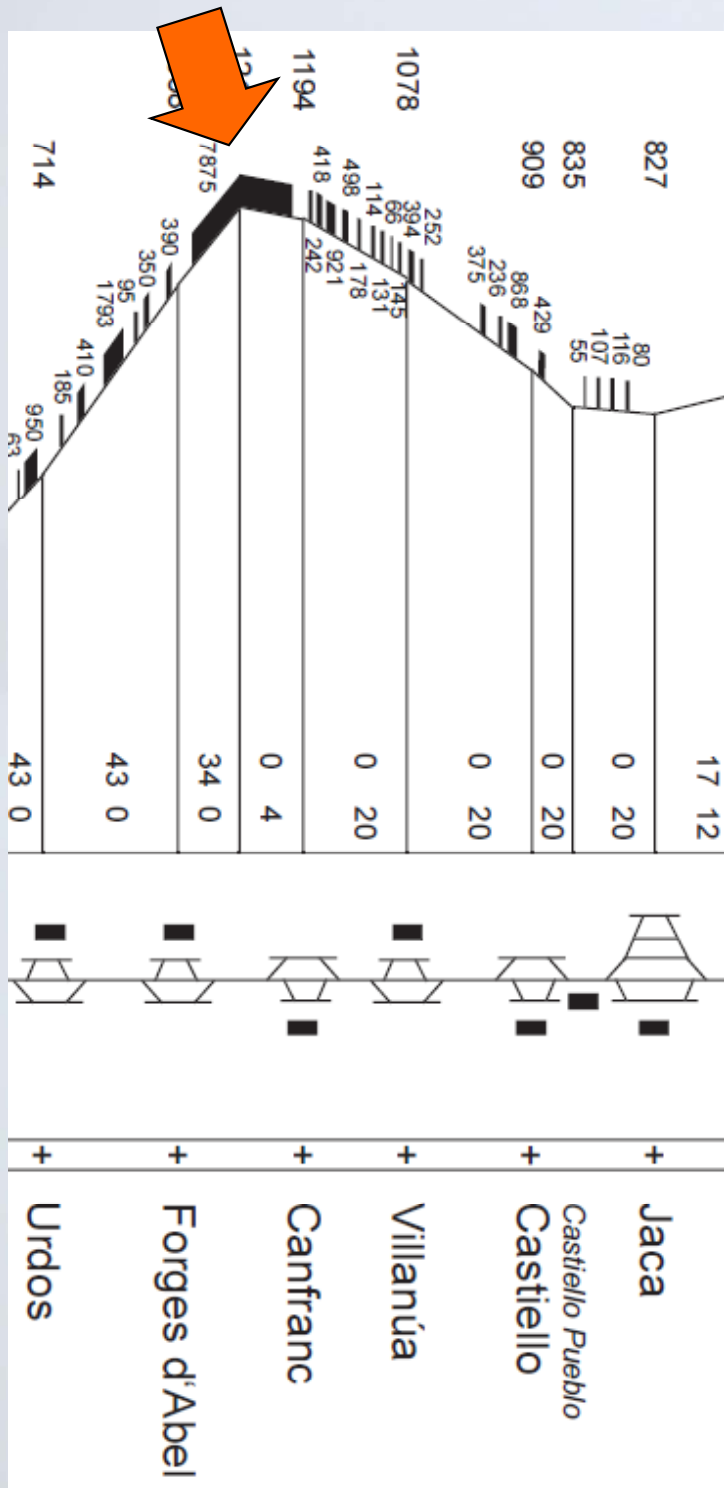


Diagramme vitesse / puissance de traction du train régional (navette Flirt, Typ RABe 523)

2. Conditions de la capacité

- **Les facteurs d'influence les plus importants:**
 - **Limitations de l'infrastructure** (courbures, rampes, gares/voies de croisement)
 - **Limitations du matériel roulant** (puissance/traction, capacité des places, vitesse)
 - **Limitations de l'exploitation** (technologie des installations de sécurité, gestion des trains)
 - **Mesure de protection de l'environnement**

Conditions de la capacité

Evaluation du système d'horaire et repartition des trains (Analyse d'avantage et de valeur)

Critères d'évaluation	Pondération	Variante 1: 20 voyageurs, 48 marchandises		Variante 2: 34 voyageurs, 38 marchandises		Variante 3: 52 voyageurs, 22 marchandises	
		Eval.	Pts.	Eval.	Pts.	Eval.	Pts.
Société	20%						
• Qualité de vie	40%	3	0.24	6	0.48	5	0.40
• Demande de service de voyageurs	40%	3	0.24	6	0.48	5	0.40
• Développement urbain	20%	4	0.16	5	0.20	6	0.24
Environnement	30%						
• Réduire des polluants	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
• Augmenter la sécurité routier	35%	4	0.42	5	0.53	4.5	0.47
• Réduire les coûts d'infrastructure	15%	6	0.27	5	0.23	4	0.18
• Réduire les émissions de bruit	20%	6	0.36	5	0.30	4	0.24
Economie	30%						
• Développement régional	30%	5	0.45	5	0.45	4	0.36
• Avantages pour les entreprises	20%	5	0.30	4	0.24	3	0.18
• Demande dans le tourisme	20%	3	0.18	5	0.30	6	0.36
• Demande transport de marchandises	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
Objectifs politiques	20%						
• Rentabilité	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
• Améliorer l'alimentation de base	10%	3	0.09	5	0.15	6	0.18
• Transfert du trafic vers les rails	25%	6	0.45	5	0.38	3	0.23
• Livre blanc de la Commission Europ.	35%	5	0.53	5	0.53	4	0.42
Total Points			3.70		4.10		3.37
Rang			2.		1.		3.

Eval.: 6=très bien; 5=bien; 4=suffisant; 3=insuffisant; 2=mauvais; 1=ne pas existant

Pts.: Points pour chaque critère d'évaluation selon pondération



Conditions de la capacité

Offre du service de marchandises sur la base de l'horaire modèle

Type de train	Numéro / N°		Quantité	Itinéraire	km	Traction	Wagons	Poids-limite / wagon [t]	net-t / train	net-t / jour	t-Km / jour
<i>Tipo tren</i>	de	a	Cantidad	Recorrido	Km	Tracción	Vagones	Carga máxima/ vagón [t]	Neto-t/ tren	Neto-t/ Día	t-Km / Día
T COMB	45001	45014	14	ZAD - GDG - PAU	275	Re 282	10	42	420	5'880	1'617'000
T CONV	55001	55012	12	ZAD - GDG - PAU	275	Re 282	7	68	476	5'712	1'570'800
CaRo	65001	65012	12	ZAD - GDG - PAU	275	BB 26000	8	52	416	4'992	1'372'800

Total **16'584 4'560'600**

GDG : Gurrea de Gállego (ligne directe Zuera - Turuñana)

PAU : Pau

ZAD : Zaragoza-Delicias

T COMB : Transport combiné / *Transporte combinado*

T COMB : Transport conventionel / *Transporte convencional*

CaRo : Ferroutage / *Carretera Rodante*

Re 282

Locomotive de marchandises de l'entreprise Bombardier, éprouvé sur les lignes de Gotthard, Lötschberg et SOB
Locomotora de mercancías de la empresa de Bombardier, probado en las líneas de Gottardo, Lötschberg y SOB

BB 26000

Locomotive de marchandises de l'entreprise Alstom, éprouvé chez SNCF fret
Locomotora de mercancías de la empresa de Althom, probado en SNCF fret

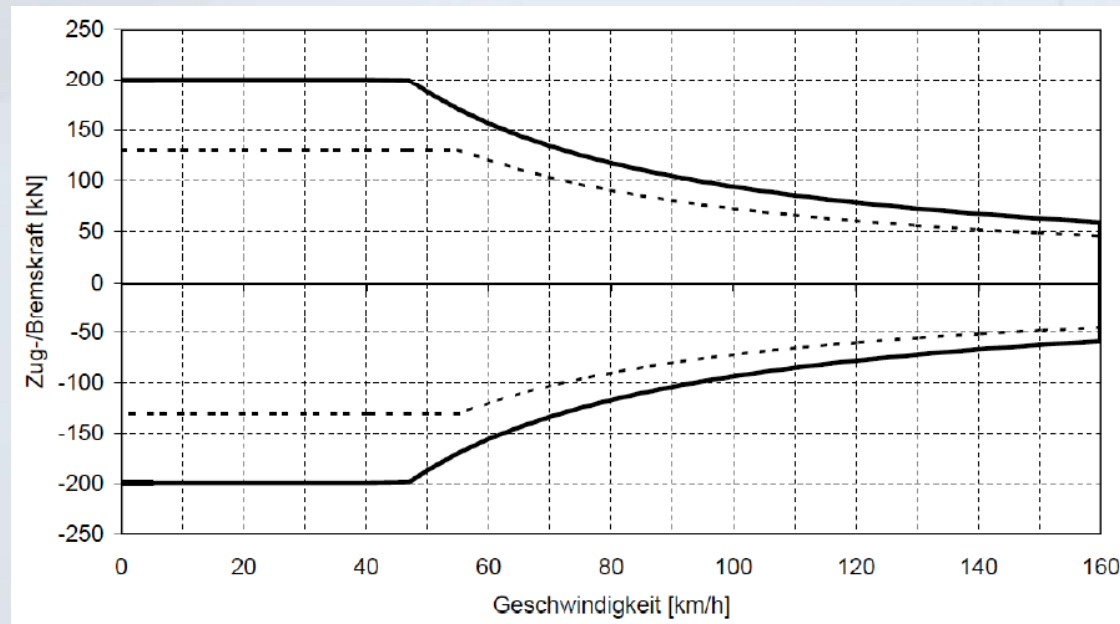
SUTER 2006

Offre du service de voyageurs sur la base de l'horaire modèle

Type train	Numéro		Nombre	Itinéraire	km	Type	Places	deb.	nuit	Voyageur-km		Voyageur/jour	
<i>Tipo tren</i>	de	a	Número	Recorrido		<i>Tipo</i>	Plazas	pies	noche	Total	Personas-km	Personas/Día	
TER	S	13001	13060	60	ZAD - ZU	35	Flirt	180	297		477	1'001'700	28'620
		13101	13108	8	ZAD - AY	82	Flirt	180	297		477	312'912	3'816
		23001	23018	18	OLSM - PAU	35	Flirt	180	297		477	300'510	8'586
Régional	R	3001	3014	14	ZAD - HUE - PAU	311	Flirt	180		180	783'720	2'520	
InterRégio	IR	301	314	14	ZAD - HUE - PAU	311	Komp	300		300	1'306'200	4'200	
TGV	EC	101	104	4	ZAD - GDG - PAU	275	S 102	316		316	347'600	1'264	
T. de nuit	EN	201	202	2	ZAD - GDG - PAU	275	Komp	20	248	268	147'400	536	
Total										2'495	4'200'042	49'542	

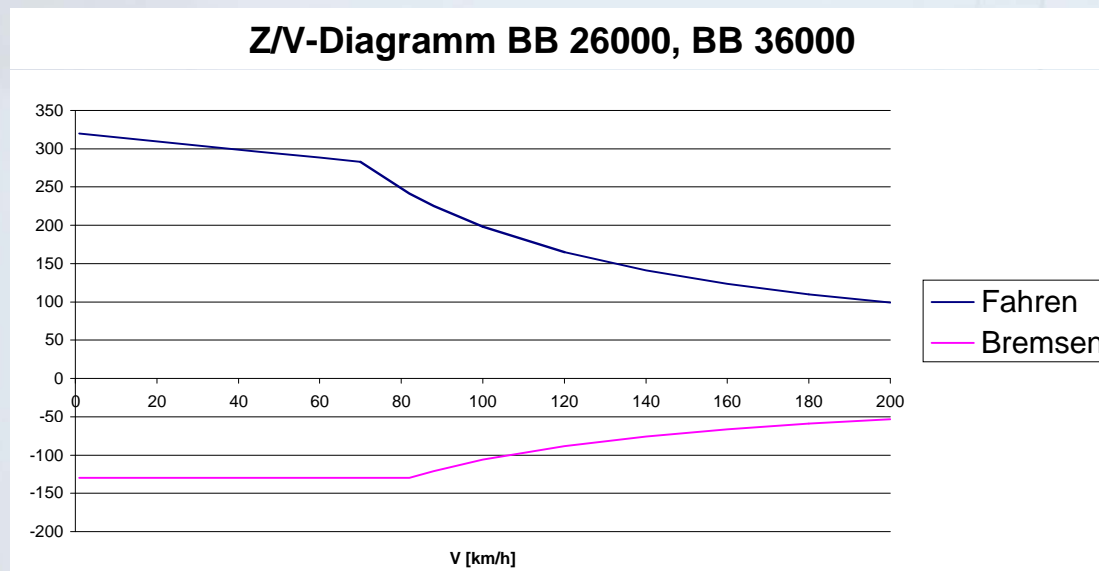
Conditions de la capacité

Automotrice électrique: Flirt CFF RABe 521/523 (Stadler)



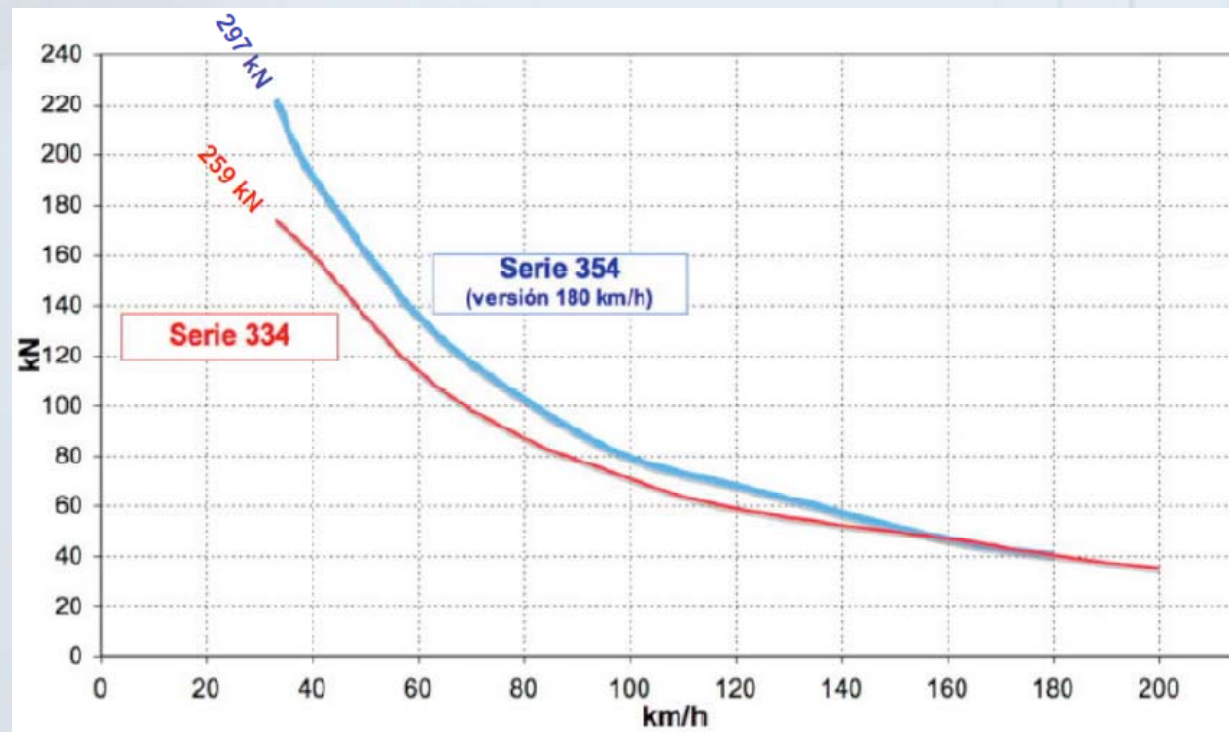
Conditions de la capacité

Locomotive électrique: BB 26000/36000 SNCF (Alstom)



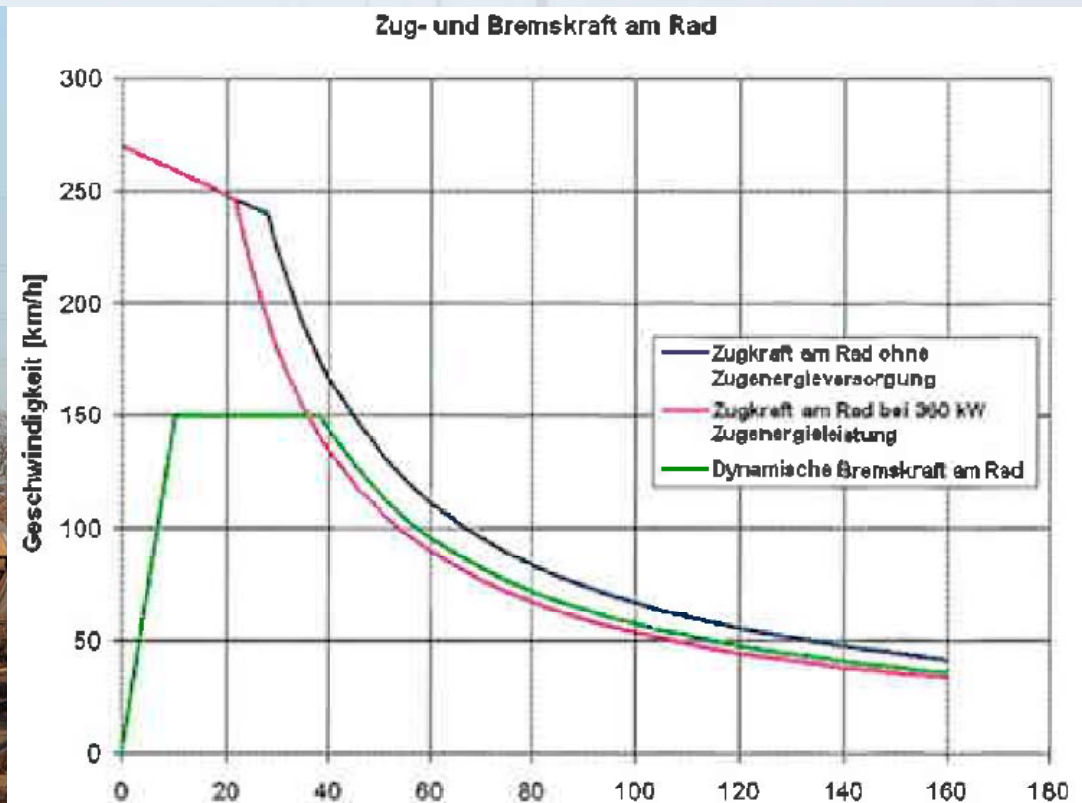
Conditions de la capacité

Locomotive diesel: Euro 3000, Serie 334/354 RENFE (Vossloh)



Conditions de la capacité

Locomotive diesel: Traxx P 160 DE (Bombardier)



3. Résultats de la recherche

- **Faisabilité du modèle d'horaire:**
 - **Production des t-km et v-km (env. 300 jours sur 300 km)**
 - **Approche pour juger de la rentabilité de l'exploitation**

Résultats de la recherche

Service de marchandises / Transporte de mercancías

Type de train Tipo de tren	Quantité Cantidad	Trajet / Trayecto	km	Nombre wagons Número vagone	Poids-limite / wagon [t] Peso / vagón [t]	Nets- t/train [t] Neto-t / tren [t]	Nets-t/jour Neto-t / Día	t-Km/jour t-Km / Día
T COMB	14	Zaragoza - Pau	275	10	42	420	5'880	1'617'000
T CONV	12	Zaragoza - Pau	275	7	68	476	5'712	1'570'800
CaRo	12	Zaragoza - Pau	275	8	52	416	4'992	1'372'800
Capacité journalière / Capacidad diaria							16'584	4'560'600

T COMB = Transport Combiné; T CONV = Transport conventionnel; CaRo = Autoroute Roulante
Capacités de réserve: 30% (locomotive en queue du train) à 100% (locomotive au milieu du train)

T COMB = Transporte Combinado; T CONV = Transporte convencional; CaRo = Careterra Rodante
Capacidades de reserva: 30% (locomotora por cola) à 100% (locomotora en la mitad del tren)

Service de voyageurs / Transporte de viajeros

Type de train Tipo de tren	Quantité Cantidad	Trajet / Trayecto	km	Places assises Plazas sentadas	Places debout et nuit Plazas de pie y nocturnos	Places total Plazas total	Personnes km/jour Personas-km / Día	Personnes / jour Personas / Día
TER Cercanías	60	Zaragoza - Zuera	35	180	297	477	1'001'700	28'620
	8	Zaragoza - Ayerbe	82	180	297	477	312'912	3'816
	18	Oloron-Ste-Marie - Pau	35	180	297	477	300'510	8'586
Régional Regionales	14	Zaragoza - Huesca - Pau	311	180		180	783'720	2'520
InterRégio	14	Zaragoza - Huesca - Pau	311	300		300	1'306'200	4'200
TGV/AVE	4	Zaragoza - Pau	275	316		316	347'600	1'264
T. de nuit Nocturno	2	Zaragoza - Pau	275	20	248	268	147'400	536
Capacité journalière / Capacidad diaria						2495	4'200'042	49'542

Résultats de la recherche

Calcul de rentabilité de l'horaire modèle

		1)			Trains par jour Trenes diarios	Capacité par train Capacidad por tren		Charge moyenne Carga media	2)		3)		4)		5)	
		T-km	t-km	P-km		P	t		%	Euro / T km	Euro / t km	Euro / P km	Euro / t-km	Euro / km	P Euro / T km	Euro / T km
Marchandises Mercancías	T COMB	3'850	1'617'000		14	420	80	25	0.05		0.0699		29	4	13'641	
	T CONV	3'300	1'570'800		12	476	70	25	0.05		0.0699		28	3	10'908	
	CaRo	3'300	1'372'800		12	416	75	25	0.05		0.0699		27	2	4'965	
TER Cercanías	Zaragoza - Zuera	2'100		1'001'700	60	477	50	12.4		0.085		0.0535	27	14	29'930	
	Zaragoza - Ayerbe	656		312'912	8	477	30	12.4		0.1		0.0535	18	6	3'764	
	Pau - Oloron-Ste-Marie	630		300'510	18	477	40	12.4		0.085		0.0535	21	9	5'621	
Service régional Regionales	Zaragoza - Pau	4'354		783'720	14	180	30	9.9		0.1		0.0535	7	-3	-13'304	
Service direct Largo recorrido	Zaragoza - Pau	4'354		1'306'200	14	300	50	21.7		0.12		0.0535	22	0	1'361	
Service TGV/AVE	Zaragoza - Pau	1'100		347'600	4	316	50	27.9		0.15		0.0535	28	0	29	
Train de nuit Nocturnos	Zaragoza - Pau	550		147'400	2	268	50	27.9		0.2		0.0535	30	2	1'366	
Total		24'194	4'560'600	4'200'042	158										58'281	

t = Tonnes; P = Personnes; T-km = Train-kilomètres; t-km = Tonnes-kilomètres; P-km = voyageur-kilomètre

t = toneladas; P = personas; T-km = Tren-kilómetro; t-km = tonelada-kilómetro; P-km = persona-kilómetro

4. Conclusions

- **Les trois points les plus importants:**
 - **Le modèle d'horaire est faisable et praticable sur le tracé actuel (en général)**
 - **Le jugement économique doit être placé dans son contexte supérieur (coûts externes)**
 - **La gestion des trains avec traction thermique est possible (mais légèrement moins efficace que la traction électrique)**

Conclusions

- **Les chiffres les plus importants:**
 - **34 trains de voyageurs, 38 trains de marchandises (en passant par Canfranc)**
 - **Marchandises: ~ 4,5 millions tonnes nettes par an (t-km/jour) * 300 jours / 300 km**
 - **Voyageurs: ~ 4,2 millions personnes par an (v-km/jour) * 300 jours / 300 km)**

Conclusions

à considérer:

	Coûts moyens trafic de voyageurs							Coûts moyens trafic de marchandises						
	Automobile Automóvil	Bus Autobús	Motocycle Motocicleta	Total	Chemin de fer Ferrocarriles	Trafic aérien Tráfico aéreo	Total	Camionette Camioneta	Poids lourd Camiones	Total	Chemin de fer Ferrocarriles	Trafic aérien Tráfico aéreo	Voies navigables Vías fluviales	Total
	[Euro / 1000 voyageur-kilomètre [Euro / 1000 personas-km]							[Euro / 1000 tonne-km] [Euro / 1000 toneladas-km]						
Accidents <i>Accidentes</i>	30.9	2.4	188.6	32.4	0.8	0.4	22.3	35.0	4.8	7.6	0.0	0.0	0.0	6.5
Bruit <i>Ruido</i>	5.2	1.3	16.0	5.1	3.9	1.8	4.2	32.4	4.9	7.4	3.2	8.9	0.0	7.1
Pollution <i>Contaminación</i>	12.7	20.7	3.8	13.2	6.9	2.4	10.0	86.9	38.3	42.8	8.3	15.6	14.1	38.5
Changement du clima <i>Cambio climático</i>	17.6	8.3	11.7	16.5	6.2	46.2	23.7	57.4	12.8	16.9	3.2	235.7	4.3	16.9
Changement du clima <i>Cambio climático</i>	2.5	1.2	1.7	2.4	0.9	6.6	3.4	8.2	1.8	2.4	0.5	33.7	0.6	2.4
Nature & paysage <i>Naturaliza / paisaje</i>	2.9	0.7	2.1	2.6	0.6	0.8	2.0	10.9	2.0	2.9	0.3	3.8	0.8	2.6
Upstream/Downstream <i>Efectos urbanos</i>	5.2	3.9	3.0	5.0	3.4	1.0	3.9	22.4	7.4	8.8	2.4	7.4	3.3	8.0
Effets urbains <i>Efectos urbanos</i>	1.6	0.4	1.1	1.5	1.3	0.0	1.1	5.2	11.1	1.5	0.5	0.0	0.0	1.3
UE total	76.0	37.7	226.3	76.4	22.9	52.2	67.2	250.2	71.2	87.8	17.9	271.3	22.5	80.9

Conclusions

également:

Moyen de transport	kJ par km p	kJ par km t
Trafic aérien national	3'990	
Trafic aérien international	2'030	15'800
Poids lourds / camions		2'889
Voiture	2'560	
Train TER	1'680	
Motocyclette	1'370	
Train direct	940	677
Bateau du trafic interne		584
Bus urbain	850	
Bus direct	390	
Tubulure internationale		168

**Merci pour
votre attention!**

www.canfranc.ch