

# ÉTUDE REFONDATRICE DES CHEMINS DE FER DE LA PROVENCE

Pour la constitution d'un réseau à  
la mesure d'un aménagement  
durable du territoire régional



Approche comparative  
Avec des réseaux de référence

# REFONDATION DES CHEMINS DE FER DE PROVENCE

## Approche comparative avec des réseaux de référence

Jacques Molinari

### Présentation Diaporama

18.07.2004

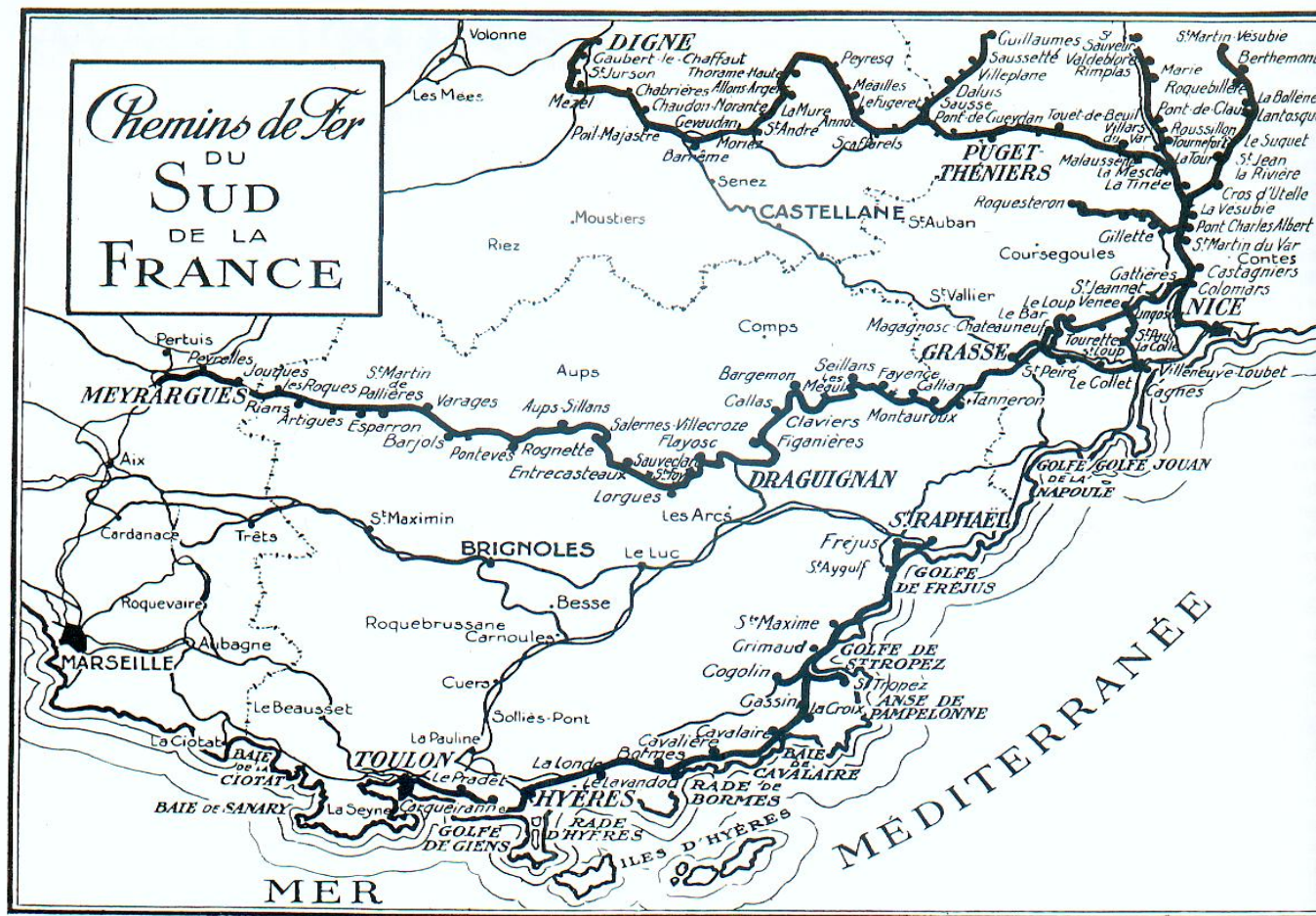
1. Objectifs et cadre de l'étude [10 diapos]
2. La ligne Gênes–Casella (Ligurie – It) [3 diapos]
3. La ligne des Cento Valli et les FART (Ticino (CH) [11 diapos]
4. Le réseau des FEVE (Littoral cantabrique – Esp) [5 diapos]
5. Euskotren (Pays Basque – Esp) [3 diapos]

Groupe interdisciplinaire de réflexion sur les traversées sud-alpines et l'aménagement du territoire  
maralpin  
(GIR Maralpin)

# ÉTUDE REFONDATRICE DES CHEMINS DE FER DE LA PROVENCE

Pour la constitution d'un réseau à  
la mesure d'un aménagement  
durable du territoire régional

# Le Sud France en 1924 [extension maximale]



Carte des lignes provençales de la Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France à leur extension maximale en 1924: réseaux des Alpes (intérêt général), des Alpes-Maritimes (tramways) et du Littoral (intérêt local).  
Collection G. E. C. P.

# Objections à la voie métrique ?

- **Grands réseaux nationaux à voie métrique**
  - Afrique du Sud, Afrique tropicale, Amérique du Sud
  - Japon [Shinkansen excepté] 127 millions habitants
- **Performances**
  - Au Brésil, sur la ligne de Vitoria à Minas (950 km), convois de 320 wagons, 3200 m de long, 32 000 tonnes brutes [même trafic fret annuel que sur l'ensemble des lignes (30 000 km) de la SNCF]
  - En Australie et en Afrique du Sud, performances du même ordre sur les lignes acceptant également des charges à l'essieu de 25 tonnes

# Lignes ferroviaires

## Paradoxes et gageures

- **Fonctions antinomiques**
  - desserte >< vitesse
  - franchissement >< desserte
  - vitesse >< cadencement (en voie unique)
- **Immuabilité du tracé**  
résultant du coût et de la "raideur" de l'infrastructure
- **Espacement des haltes et stations**  
en raison de "l'inertie" des convois ferroviaires
- **Intermodalité imposée...**  
faute d'urbanisme contraignant

# Lignes ferroviaires

## Contraintes techniques

Les performances techniques sont dépendantes

1. du tracé géométrique de la voie

- Le rayon de courbure régit la vitesse [la force centrifuge est compensée par le dévers sur lequel on ne peut guère jouer (1/10)], d'où une vitesse théorique "de ligne", laquelle ne peut être dépassée qu'en admettant un effort transverse sur la voie...donc [2]

2. de la qualité de la voie

- elle repose en premier lieu sur la résistance des barres (rails) dont la masse linéaire est le principal critère [Kg/mètre]

3. de la qualité du matériel roulant

- dont le choix est subordonné aux caractéristiques de la voie

# Lignes ferroviaires

## Vitesse des circulations

### Vitesses limites admissibles

- Vitesse de ligne :  $v = 3,6 (R)^{1/2}$
- L'admission "d'accélération non compensées", comprises entre 0,6 et 1,0 m/sec<sup>2</sup> en Italie par exemple, conduit à substituer au coefficient 3,6 des valeurs comprises entre 4,6 et 5,15 selon la nature et la qualité de la voie et des convois
- À titre indicatif, ces vitesses limites admissibles y sont de
  - 52 km/h pour des courbes de 100 m de rayon
  - 89 km/h pour 300 m de rayon
  - 163 km/h pour 1000 m de rayon
- Sur des voies qui ne seraient pas en parfait état et avec des matériels de qualité médiocre, ces vitesses limites sont évidemment réduites en proportion.

D'autres restrictions peuvent se surimposer, notamment en raison de

- Questions de sécurité notamment [Rampes (freinage), visibilité de signaux ou d'obstacles, etc.]



# Niveau relatif des CP en matière d'infrastructures

## Caractéristiques d'infrastructure comparées

	<b>Cento Valli</b>	<b>Ge-Casella</b>	<b>CP</b>
Extension	51 km	25 km	151 km
Rayon minimal des courbes	60 m	60 m	150 m
Rampes maximales	60 ‰	45 ‰	30 ‰

# Niveau relatif des CP en matière de production économique

Profils comparatifs des Réseaux de référence (valeurs provisoires)								
		FEVE	Eusko Tren		Cento Valli		Casella	CP
			Totalité	Il Topo	Totalité	FART		
Extension	Totale	1200 km	> 200 km	29 km	51 km	18 km	25 km	151 km
	Électrifiés	30 % (?)	100%		100%		100%	néant
Trafic voyag.	Trains.km		4,5 millions			490 000	175 000	
	Voy.km		1,15 milliard			9,8 millions	5 millions	
	Nb. Voy.	12,3 millions	18 millions			690 000	250 000	
Trafic fret	Tonnes.km	433 millions	15 millions		négligeable		néant	néant
	Tonnes	3 millions						
Gestionnaire		État	Gouv. Basque			Conf. Helvét. Canton	Région	divers locaux
Taux recouvr.	actuel		37,40%			42,60%	25,50%	?
	objectif		49,30%				35%	?

# Le Plan de restructuration 1996-1999 des Chemins de fer "secondaires" italiens

- 16 réseaux cumulant 2500 km dont 50 % à écartement réduit et dont la gestion est "normée"
- Le plan (piloté par les FS) s'accompagne d'importants investissements ; il vise à optimiser le fonctionnement et à valoriser le service public
- Outre certains réseaux (*CircumVesuviana*) à caractère exemplaire, l'ensemble des réseaux présente une bonne cohérence et affiche un niveau de qualité (électrification, commande centralisée, dessertes) nettement supérieur à celui de leurs homologues français
- Programmes d'investissements ambitieux
- Analyse économique riche d'enseignements

# Des constats et un objectif

- Rompre l'isolement
  - Isolement physique de la ligne à Nice et à Digne
  - Isolement culturel
  - Isolement technique
- Procéder à une analyse critique des besoins
- L'insérer dans la problématique des transports métropolitains et régionaux



# Ferrovia Genova Casella

Km 25 Casella Paese Alt. 405  
 Km 22 Canova Alt. 458  
 Km 20 Molinetti Alt. 440  
 Km 15 Vicomorasso Alt. 297  
 Km 10 Campi Alt. 364  
 Km 05 Cappuccio Alt. 272  
 Km 00 Genova P. Manin Alt. 93 m

# Ferrovìa Genova-Casella



# Gênes - Casella

- 24,3 km – rampes max.45 ‰ – rayon mini. 60 m
- Électrifiée CC 3000 V – Radio sol-train
- Évitements : 4 commandés en cabine + 4 manuels
- Parc : 12 électromoteurs (+3) + 2 tricaisses prévus + wagon porte vélos (en construction)
- Trafic touristique porteur
- Programmé : suppression rebroussement à Casella
- Handicap : idem à Nice (rupture de charge avec les FS)
- Extension nord réseau et liaison urbaine envisagées

# Cento Valli [Locarno (CH)-Domodossola (It)]

- Confédération 34 % ; Canton 51 % ; Communes : 8 % ; Privé 7 %
- 51,2 km (CH : 19,0 km)
- Rampes max. 60 ‰ – Rayon mini. 60 m
- Électrifiée CC 1200 V – Commande centralisée de trafic
- Évitements (CH) : 9 (un tous les 2 km)
- Parc (CH) : rames bicaisses 8 récentes + 4 ; 2 tricaisses prévues
- Trafic touristique fortement porteur
- Desserte remarquable (plage horaire : 18 heures)
- Taux de couverture : 0,43 - Financement 70 % Conféd. 30 % Canton



# Arrivée d'une rame en gare de Verdasio

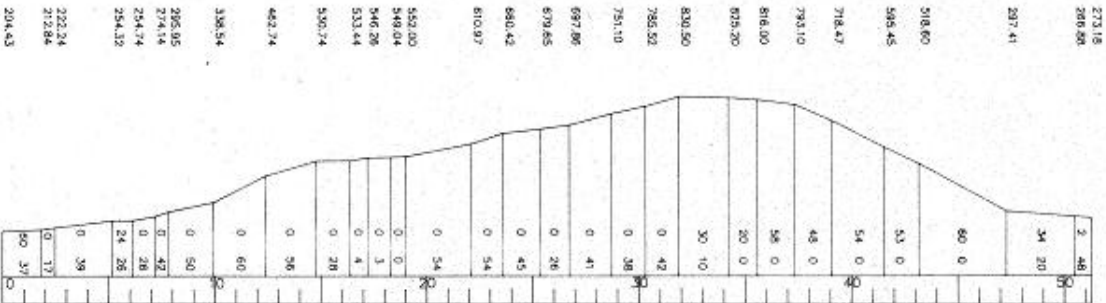
Ing. Dirk Mayer, Directeur des FART



# Profil en long de la ligne des Cento Valli

## Implantation et caractéristiques des gares et évitements

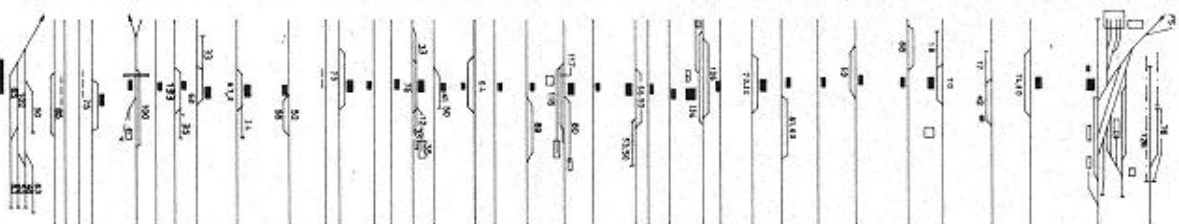
Altitudine sul mare  
Tronco italiano CPN 376.86  
Tronco svizzero CPN 373.60



Profilo longitudinale

Discesa massima  
Ascesa massima

Progres. Km.



Distanze fra le stazioni

Distanze progr. da Domodossola

Distanze progr. da Locarno

da e per Ivrea	07000	57280
da e per Milano	07773	50437
da e per Arcore		
Domodossola		
da e per Lugano		
da e per Bierno		
da e per Intra		
Domodossola		

723	07000	57280
57999	07773	50437
1758	57270	45728
27298	87088	43782
1833	87701	41748
27456	127157	38783
17771	137928	37782
17729	156657	36583
1386	177015	34737
17627	187520	32730
836	187266	31784
17671	207827	30733
896	217923	28787
620	227925	28727
17985	247508	28742
17368	267874	28736
17558	277632	23781
17915	287437	22753
838.5	30771.5	2174.5
2751.5	32735	18701.5
706	32784	18729
1081	347022	17728
832	347034	16758
1625	367478	14771
4843	387823	14706.5
1878.5	387952	12798
27465	417317	8933
27086	457403	7847
860	457603	7187
1762	457115	6135
949	467664	5180
27075	487136	3111
633.5	487623	2487.5
845.5	487408	1782
507.3	497315.3	1338.7
17334.7	617280	07000

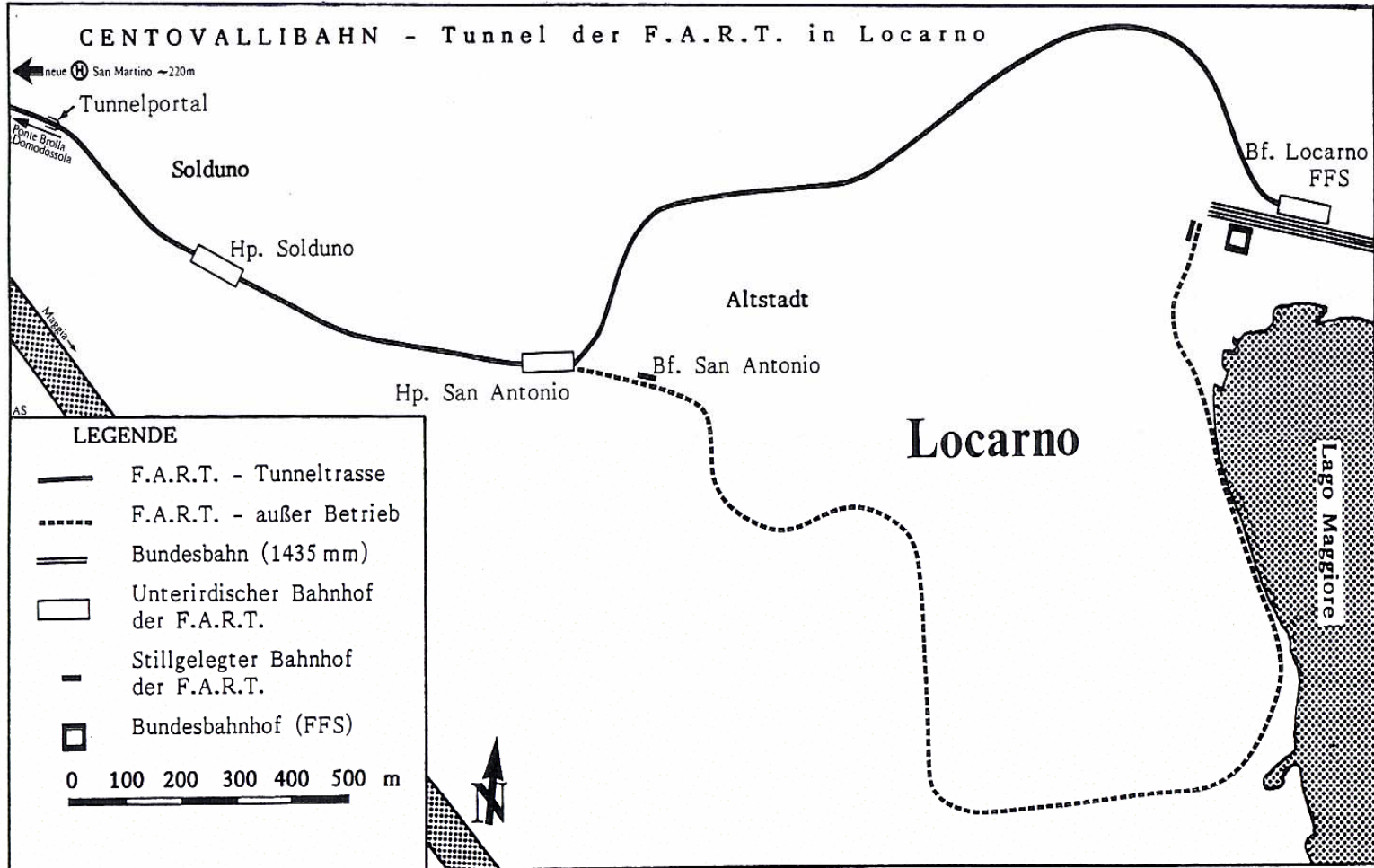
- Ferrovia solo se viene viaggiatori per la Svizzera
- Ferrovia solo per uso merci
- Ferrovia solo per uso merci
- Ferrovie S. A. solo per servizio
- X Ferrovie o stazioni

Locarno F.F.S.	
Intragna	
Caraglio	
Verengo	
Intra	
Parabola	
S. Martina Solara	
S. Antonio Gallio	
LOCARNO F.F.S.	
Locarno F.F.S.	

# Gare de Verdasio – Navette scolaire



# FART – Mise en souterrain de la traversée de Locarno



# Liaison souterraine FART-CFF

- Substitution d'un tracé souterrain à un tracé tram urbain
- Longueur totale 2901 m (dont 1809 m en galerie et 982 m en tranchée couverte)
- En souterrain : 2 haltes, 1 évitement et gare terminus
- Gare : 200 x 27 m ; faisceau 4 voies + entretien/lavage
- Réalisation : 2 ans ½ (1987-1990)
- Coût total : 122,8 Millions FS (surcoûts tunnel pour géologie difficile)
  - Tronçon tunnel : 83,3 M FS (dont Gare : 30 M FS)
  - Tronçon bêche et tranchée : 27 M FS
- Précautions environnementales exceptionnelles
- Financement : Conféd. + Canton (taxes sur les carburants)

# Gare souterraine FART de Locarno Accès principal – Modification de la verrière

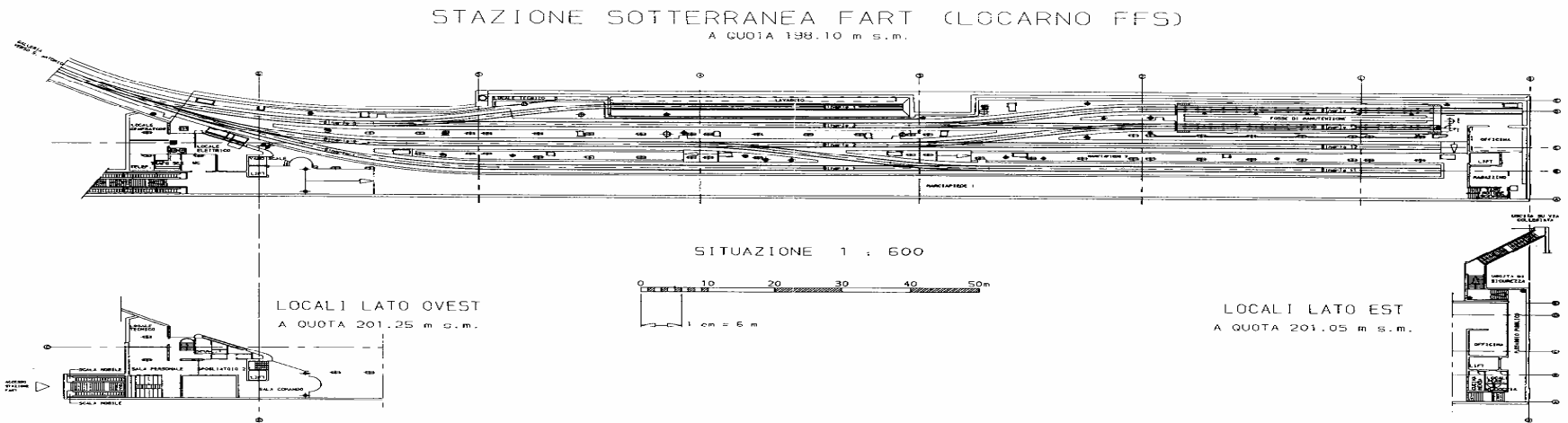


# Gare souterraine FART de Locarno

Inauguration 20 avril 1991 – Anciennes rames bi-caisses ABe 6/6



# Plan de la station souterraine [200 m x 27 m]





# Gare souterraine FART de Locarno Secteur lavage et contrôle-entretien

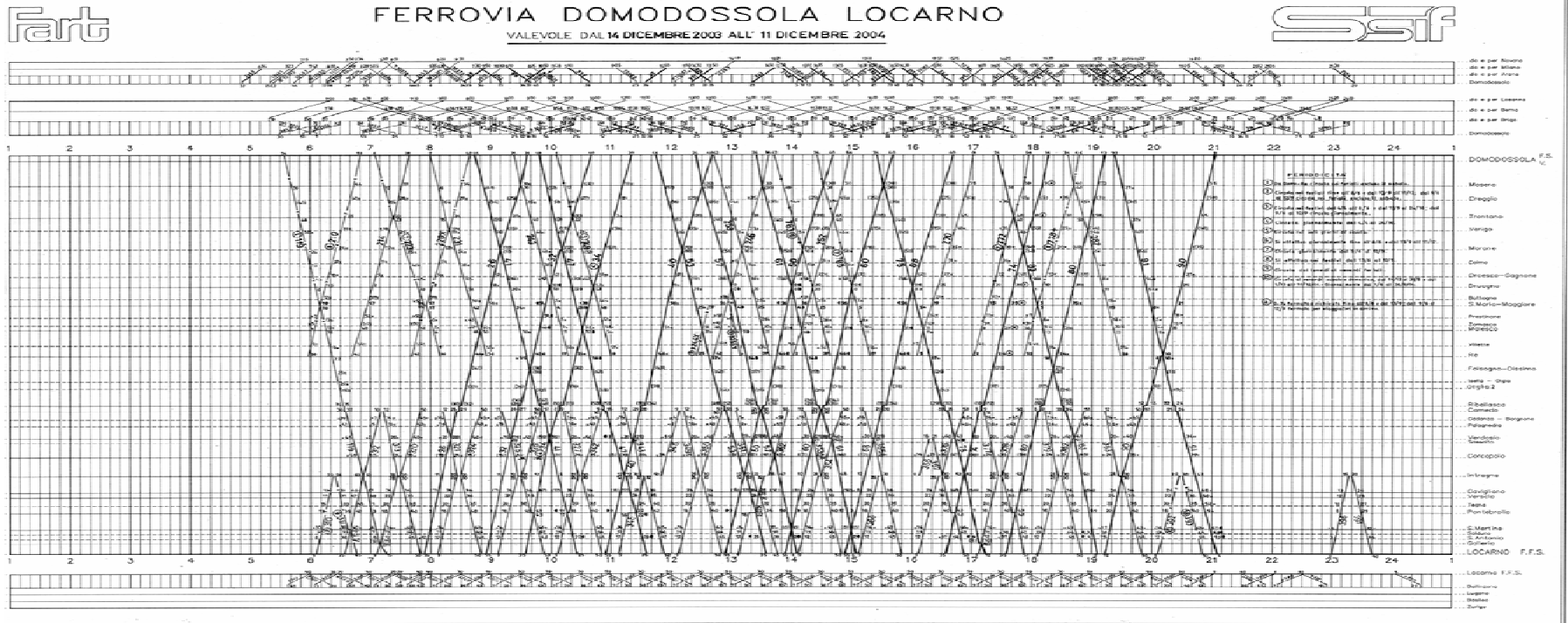


# Gare souterraine FART de Locarno Commande centralisée du trafic de la ligne



# Graphique de circulation

Haut : secteur italien [SSIF] – Bas : secteur suisse [FART]



# Atelier de Pontebrolla



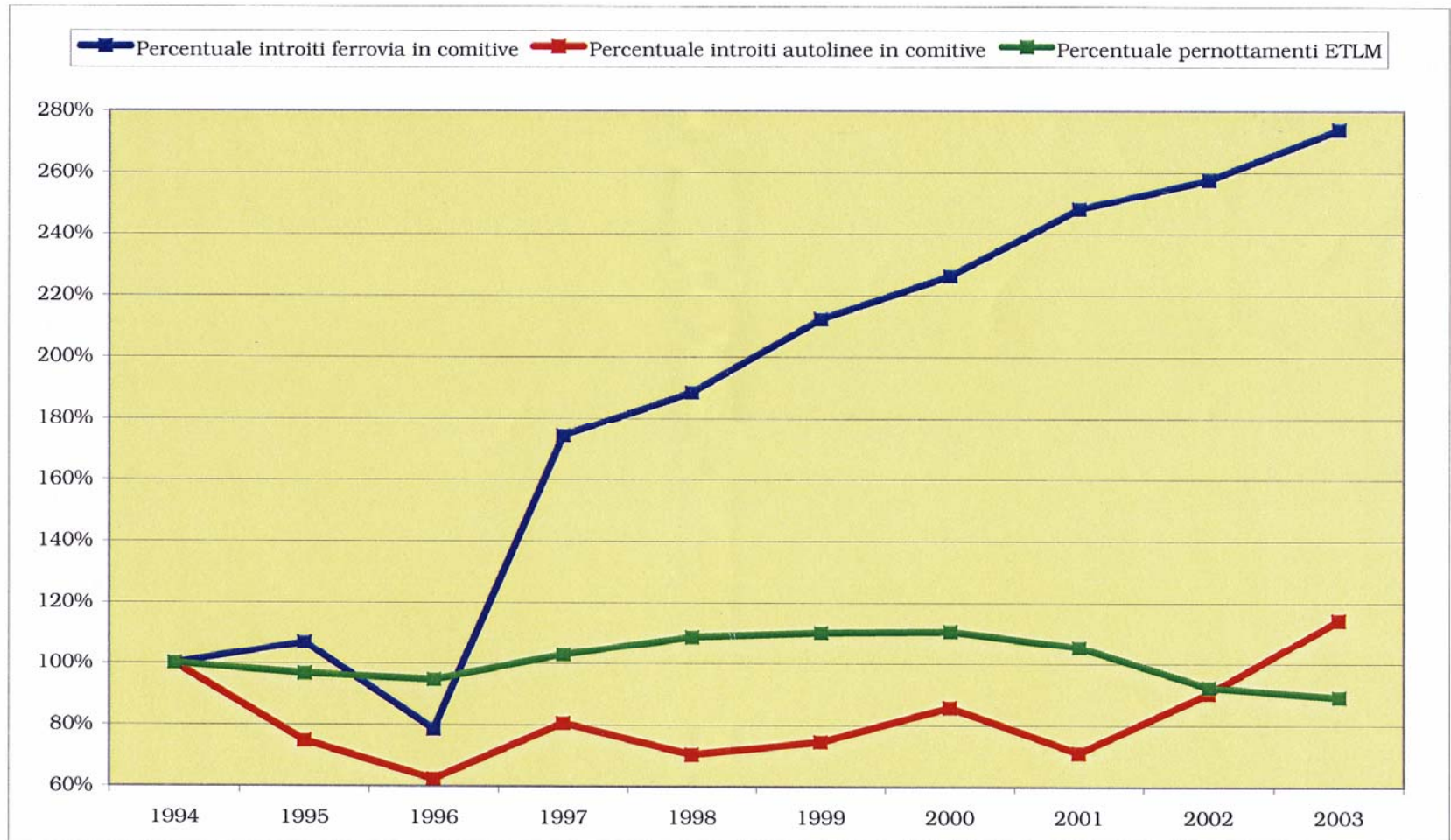
# Vue partielle des ateliers

à gauche : motrice historique



# Promotion turistica

## Essor des voyages et circuits collectifs



# FEVE - Ferrocarriles de Via Estrecha

Compagnie publique (Ministère de l'Équipement espagnol)

**1200 km de lignes (dont 317 km électrifiés)**

12,3 millions de voyageurs – 234 millions de voy.km

3 millions de tonnes – 432 millions de t.km

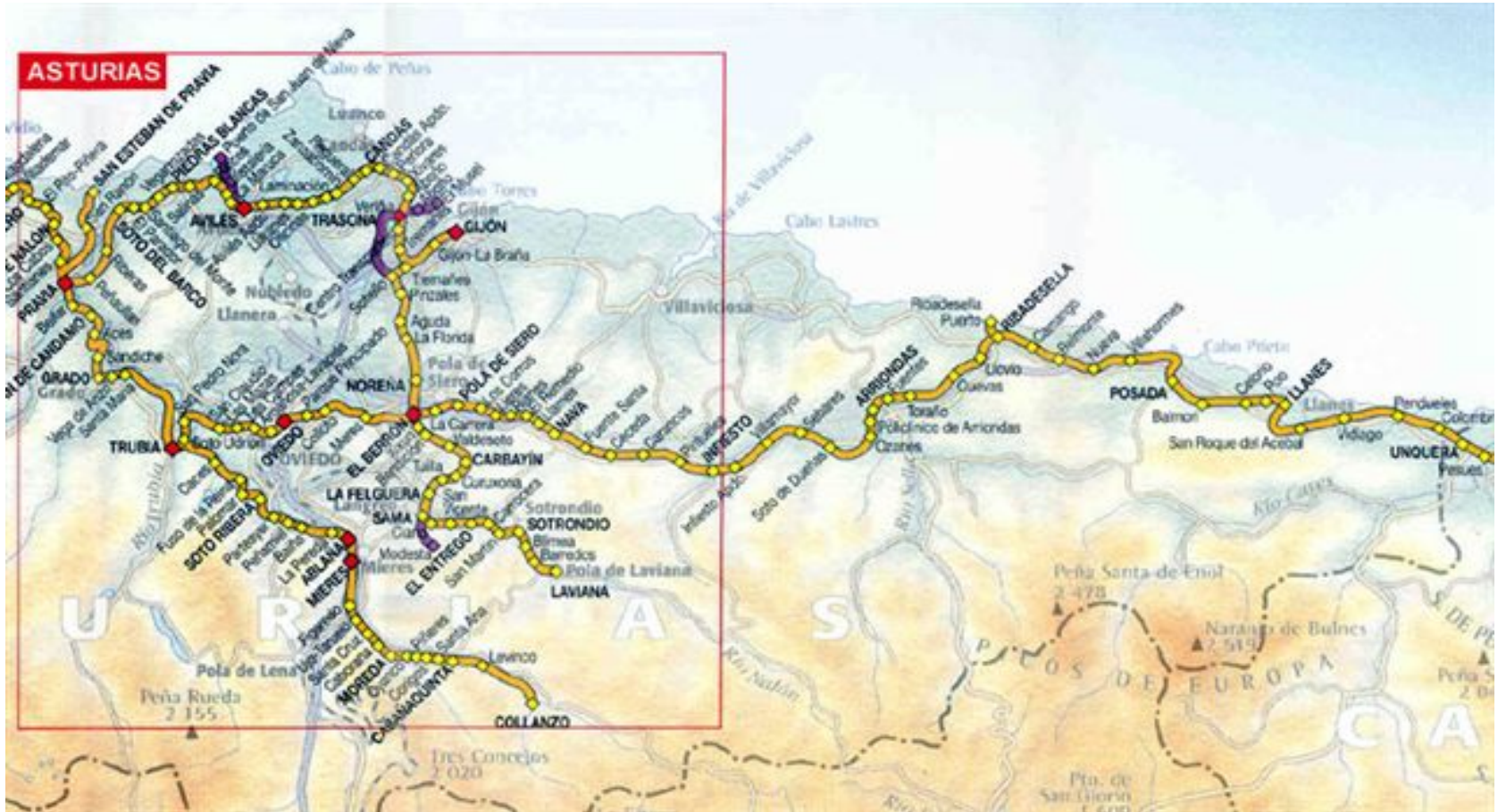
2003 : réouverture [187 km] de la ligne de la Robla (León-Bilbao)

Metrotren des Asturies (avec la RENFE)

Transcantabrique (train touristique de luxe)



# Le Réseau FEVE des Asturies





# Rénovation du parc fret



**Locomotive série 1900**  
duale mixte pour tractions diesel  
ou électrique (10 unités)  
[diesel 1130 kw - électr. 1100 kw]

Le parc comprend en outre 41  
unités diesel-électriques de 802 &  
1130 kw

**Rame lourde de  
produits sidérurgiques**

Wagons à bogies de 40 t de  
charge utile (20 t/essieu)



# Rénovation du parc voyageurs



Rame diesel électrique  
bi-caisses 2600

24 unités

liaison GSM sol-train – climatisation –  
télésurveillance – sanitaires à circuit fermé

Rame électrique  
bi puis tri-caisses 3800

12 + 6 unités

liaison GSM sol-train – climatisation –  
télésurveillance – sanitaires à circuit fermé



# FEVE

## Quelques récentes réalisations remarquables

- **Asturies**

- Gijón (250 000 habitants) : **prolongement urbain souterrain** à double voie de **3,5 km** avec 3 stations souterraines
- Metrotrén : électrification (38,7 km) du secteur s-w de l'anneau ferroviaire (ligne F7)

- **Ligne transcantabrique León-Bilbao**

- Réouverture de la ligne [La Robla : 187 km]

- **La voie et le matériel roulant**

- Renouvellement des voies en barres de **54 Kg/mètre**
- Équipement de la totalité du parc roulant fret du dispositif détecteur de déraillement et de freinage automatique [3D & FAT]
- Locomotives hybrides à traction duale (électrique ou diesel)

# Réseau Cantabrique

Renfe [1,6 m] – EuskoTren & Feve [1 m] – "Y" Basque [UIC]



# Le Réseau Eusko Tren [Pays Basque]

- **Les tronçons principaux**

*Fréquences de desserte comprises entre 15' et 30'*

*Vitesses commerciales comprises entre 33 et 45 km/h*

- Lasarte-Hendaye (Topo) - 29 km - 23 000 voy/j
- Ermua-Donostia - 63 km - 11 000 voy/j
- Bilbao-Ermua - 45 km - 8 000 voy/j

- **Les grandes agglomérations**

- Hendaye + Irun 50 000 h
- Donostia/S. Sebastian 175 000 h
- Vitoria/Gasteiz 210 000 h
- Bilbao 375 000 h

# Euskotren - Investissements



- La mise en souterrain à double voie de la traversée de Durango, avec réalisation d'une station centrale constitue un exemple des importants investissements en cours et programmés dans le cadre du Plan stratégique 1999-2012