

**NUOVA LINEA TORINO LIONE**  
**PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO**  
**CUP C11J05000030001**

**Tecnimont**  
Dott. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

**PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE**

**IMPIANTI FISSI DI TRAZIONE ELETTRICA**

**CATENAIRE/CATENARIA**

**Tecnimont**  
Dott. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

**PRESCRIPTIONS GENERALES/RELAZIONE GENERALE**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabi par / Elaborato da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	26/04/2010	PRIMA DIFFUSIONE / PREMIÈRE DIFFUSION	F.NAMBRIDE (SYSTRA)	G.BOVA C.OGNIBENE	M.FORESTA A.MANCARELLA
A	25/06/2010	REVISIONE IN SEGUITO A COMMENTI LTF / VERSION REVISEE SUITE AUX COMMENTAIRES LTF	F.NAMBRIDE (SYSTRA) <i>AA</i>	G.BOVA <i>gbo</i> C.OGNIBENE <i>g</i>	M.FORESTA <i>M</i> A.MANCARELLA <i>sa</i>

Cod Doc	P	P	2	C	2	B	T	S	3	0	0	3	5	A	A	P	N	O	T		
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero					Indice	Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C2B	//	//	30	05	00	10	01
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



## SYNTHESE DU DOCUMENT

Ce document contient une liste des modifications retenues depuis l'APR de 2006. Ces modifications sont énoncées sous forme d'hypothèses visant à être confirmées, revues, ou complétées dans la prochaine phase du RPP.

L'impact de chaque hypothèse sur le domaine de la caténaire est notifié dans un tableau récapitulatif.

Aussi, des détails sont apportés sur les hypothèses les plus impactantes vis-à-vis des installations caténaires. Des points particuliers sur les installations caténaires qu'il faudra mettre à jour sont alors énoncés. Ils permettent d'anticiper les études techniques qui seront à prévoir dans les prochaines phases du projet.

Enfin, une grande partie du document traite des prescriptions techniques générales à respecter pour mettre en place le système de caténaire souple retenu.

## SINTESI DEL DOCUMENTO

Il presente documento contiene un elenco di modifiche previste rispetto progetto di riferimento del 2006 (APR), che sono state elaborate in forma di ipotesi da confermare o integrare durante la prossima fase di progettazione.

L'impatto di ogni ipotesi di modifica sulla catenaria è stato elencato in una tabella riassuntiva.

Si sono forniti inoltre dei dettagli sulle soluzioni più impattanti sugli impianti della catenaria, elencando dei punti particolari delle installazioni della catenaria che andrebbero aggiornati secondo le ultime tecnologie. Lo studio permette così di anticipare gli studi tecnici che verranno previsti nelle fasi successive del progetto.

Infine, una grande parte del documento riguarda le prescrizioni tecniche generali da rispettare per installare il sistema di catenaria flessibile oggetto dello studio.

## SOMMAIRE / SOMMARIO

SYNTHESE DU DOCUMENT .....	2
SINTESI DEL DOCUMENTO .....	2
SOMMAIRE / SOMMARIO .....	3
PARTE REDATTA IN ITALIANO.....	6
ELENCO DELLE IMMAGINI .....	7
ELENCO DELLE TABELLE .....	8
GLOSSAIRE / GLOSSARIO .....	9
1.     PREMESSA.....	11
2.     OGGETTO.....	11
3.     DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	12
4.     DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO FERROVIARIO TORINO LIONE .....	13
5.     MODIFICHE IDENTIFICATE E L'IMPATTO SULLA CATENARIA .....	14
6.     DETTAGLIO DEI PRINCIPALI CAMBIAMENTI .....	16
6.1    Composizione dei cavi richiesti dal nuovo dimensionamento elettrico .....	16
6.2    Distanza tra i rami.....	16
6.3    Incrocio linea nuova – linea storica .....	17
7.     MODIFICHE PREVISTE SULLA CATENARIA .....	17
7.1    Tratta in tunnel.....	17
7.2    Tratta fuori dal tunnel.....	18
7.3    Tratta LTF .....	18
8.     REQUISITI TECNICI GENERALI .....	18
8.1    Velocità del traffico .....	18
8.2    Sistema di alimentazione.....	19
8.3    Quadro normativo .....	19
9.     TIPOLOGIA DI ELETTRIFICAZIONE .....	19
9.1    Sistemi catenaria selezionati.....	19
9.2    Criteri per la progettazione della catenaria.....	21
9.2.1 Caratteristiche del design .....	21
9.2.2 Caratteristiche geometriche.....	21
9.2.3 Caratteristiche costruttive.....	23
9.2.4 Criteri statici dell'elasticità del sistema catenaria .....	24
9.2.5 Criteri dinamici .....	25
9.2.6 Criteri di qualità per la captazione di corrente .....	25
9.2.7 Composizione della catenaria.....	26
9.2.8 Tensione meccanica di cavi.....	28
9.2.9 Distanze di isolamento da rispettare.....	29
9.3    Condizioni climatiche di funzionamento .....	30
9.3.1 Carichi dovuti alla pressione del vento .....	30
9.3.2 Intervallo di temperatura .....	31
9.3.3 Ghiaccio .....	32
9.3.4 Neve .....	32
9.3.5 Inquinamento atmosferico.....	32
9.3.6 Terremoto.....	32
9.4    Costituzione delle linee di trazione.....	32
9.5    Caratteristiche principali delle apparecchiature.....	33
9.6    Realizzazione Impianti catenaria.....	33
9.6.1 Disallineamento.....	33
9.6.2 Montaggi normali su supporti indipendenti .....	34
9.6.3 Montaggio tunnel .....	34
9.6.4 Montaggio sul portale rigido.....	34
9.6.5 Penduli della catenaria .....	35
9.6.6 Tipi di ancoraggio .....	36
9.6.7 Attrezzatura Tenditori - Antislittamento .....	36

9.6.8	Sezionamento a lama d'aria, Sezione di Separazione, isolatori sezione .....	37
9.6.9	Connessioni .....	39
9.6.10	Dispositivi di interruzione .....	41
9.6.11	Protezione elettrica .....	43
10.	REQUISITI DEI LAVORI .....	43
10.1	Regolazione dei Tenditori .....	43
10.2	Penduli .....	43
10.3	Regolazione degli equipaggiamento .....	44
11.	APPENDICI .....	45
11.1	Nota sull'Altezza dei Fili di contatto della linea Nuova .....	45
11.2	Riferimenti Documentari .....	45
11.2.1	Relazione dei pantografi .....	46
11.2.2	Altezza del filo di contatto standard RFF .....	46
11.3	Montaggio Tunnel Riferimento francese RFF .....	46
	PARTIE REDIGEE EN FRANCAIS .....	48
	LISTE DES FIGURES .....	49
	LISTE DES TABLEAUX .....	50
1.	PREAMBULE .....	53
2.	OBJET .....	53
3.	DOCUMENTS DE REFERENCE .....	54
4.	PRESENTATION GENERALE DU PROJET LYON TURIN FERROVIAIRE .....	55
5.	MODIFICATIONS IDENTIFIEES ET IMPACT SUR LA CATENAIRE .....	56
6.	DETAIL DES CHANGEMENTS IMPORTANTS .....	58
6.1	Composition des conducteurs émise par le nouveau dimensionnement électrique .....	58
6.2	Espacement des rameaux .....	58
6.3	Croisement ligne nouvelle – ligne historique .....	59
7.	MODIFICATIONS ENVISAGEES SUR LA CATENAIRE .....	59
7.1	Voies sous tunnel .....	59
7.2	Voies hors tunnel .....	60
7.3	Voies relatives à l'ensemble de la ligne LTF .....	60
8.	PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES .....	60
8.1	Vitesse de Circulation .....	60
8.2	Système d'alimentation .....	61
8.3	Cadre réglementaire .....	61
9.	TYPOLOGIE DE L'ELECTRIFICATION .....	61
9.1	Systèmes caténares retenus .....	61
9.2	Critères de conception du système caténaire .....	63
9.2.1	Caractéristiques constructives de conception .....	63
9.2.2	Caractéristiques géométriques .....	63
9.2.3	Caractéristiques Constructives .....	65
9.2.4	Critères statiques de l'élasticité du Système caténaire .....	66
9.2.5	Critères dynamiques .....	67
9.2.6	Critères de qualité de captation du courant .....	67
9.2.7	Composition de la caténaire .....	68
9.2.8	Tension mécanique des conducteurs .....	70
9.2.9	Distances d'isolement à respecter .....	71
9.3	Conditions climatiques de fonctionnement .....	72
9.3.1	Charges dues à la pression du vent .....	72
9.3.2	Plage des températures .....	73
9.3.3	Glace .....	74
9.3.4	Neige .....	74
9.3.5	Pollution Atmosphérique .....	74
9.3.6	Séisme .....	74
9.4	Constitution des lignes de traction électrique .....	74
9.5	Caractéristiques Principales des équipements .....	75

9.6	Réalisation des Équipements Caténaire .....	75
9.6.1	Désaxements .....	75
9.6.2	Montages normaux sur supports indépendants .....	76
9.6.3	Montage tunnel.....	76
9.6.4	Montages sur portiques rigides .....	76
9.6.5	Pendules des caténaires .....	77
9.6.6	Ancrages Types .....	78
9.6.7	Équipements Tendeurs– Anticheminement.....	78
9.6.8	Sectionnement à lame d'air, Section de Séparation, Isolateurs de section.....	79
9.6.9	Connexions.....	81
9.6.10	Appareils d'interruption .....	83
9.6.11	Protection électrique.....	85
10.	EXIGENCES CONCERNANT LES TRAVAUX .....	85
10.1	Réglage des Appareils Tendeurs .....	85
10.2	Pendulage.....	85
10.3	Réglage des armements .....	86
11.	ANNEXES.....	87
11.1	Note sur la Hauteur des Fils de contact de la ligne Nouvelle.....	87
11.2	Références Documentaires .....	87
11.2.1	Débattement des pantographes.....	88
11.2.2	Hauteur du fil de contact standard RFF.....	88
11.3	Montage Tunnel Référentiel Français RFF .....	89

## PARTE REDATTA IN ITALIANO

## ELENCO DELLE IMMAGINI

Immagini 1: Estratto del nuovo schema della linea - Layout 2035 D+F Rev.0.....	11
Immagini 2: Esempio di armamento tipo tunnel LTF .....	17
Immagini 3: Esempio di distribuzione di una portata di 50.00 m .....	35
Immagini 4: Sezione trasversale dell'ipotesi effettuata nel tunnel per la posizione degli impianti di comando .....	41
Immagini 5: Esempio di sezionatore con funzione di messa a terra .....	43
Immagini 6: Montaggio di tipo RFF "catenaria 85" .....	46

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Notifica degli effetti delle ipotesi nel campo della catenaria .....	16
Tabella 2: Composizione dei conduttori della catenaria richiesta dal dimensionamento elettrico 2010 rispetto a quello a conduttori, utilizzati nel APR 2006.....	16
Tabella 3: Elettrificazione della catenaria sistema flessibile.....	20
Tabella 4: Caratteristiche geometriche.....	23
Tabella 5: Caratteristiche costruttive .....	24
Tabella 6: Criteri di elasticità statica del sistema catenaria.....	25
Tabella 7: Criteri Dinamici .....	25
Tabella 8: Criteri di qualità per la captazione di corrente .....	26
Tabella 9: Caratteristiche fune portante .....	27
Tabella 10: Caratteristiche filo di contatto .....	27
Tabella 11: Caratteristiche feeder .....	27
Tabella 12: Caratteristiche del CdPA in tunnel.....	27
Tabella 13: Caratteristiche del CdTE in tunnel.....	28
Tabella 14: Caratteristiche del CdPA all'aperto.....	28
Tabella 15: Tensione meccanica dei conduttori regolabili.....	28
Tabella 16: Tensione di cavi non regolarizzata alla temperatura media .....	28
Tabella 17: Distanze minime di isolamento da rispettare .....	29
Tabella 18: Modulo di pressione dinamica di base .....	30
Tabella 19: Valori: Velocità del vento, pressione dinamica .....	31
Tabella 20: Temperatura di esercizio di auto-tensionamento .....	31
Tabella 21: Strato di ghiaccio .....	32
Tabella 22: Carico incidentale di neve .....	32
Tabella 23: Inquinamento atmosferico .....	32
Tabella 24: Portata normale della catenaria linea nuova .....	33
Tabella 25: Tolleranze di impostazioni del dispositivo Tenditori .....	43
Tabella 26: Geometria delle linee aeree di contatto per i sistemi a corrente alternata .....	45



## GLOSSAIRE / GLOSSARIO

AF	Autoroute Ferroviaire / Autostrada ferroviaria
APR/PD	Avant Projet de Réalisation / Progetto Definitivo
APS/PD	Avant Projet Sommaire / Progetto Definitivo
BT	Basse Tension / Tensione bassa
CA	Courant Alternatif / Corrente alternata
CC	Courant Continu / Corrente continua
CdPA	Câble de Protection Aérien / Cavo di Protezione Aereo
CdTE	Câble de Terre Enterré / Cavo di terra sepolto
CEM	Comptabilité Electromagnétique / Contabilità elettromagnetica
CEI	Commission Electrotechnique Internationale / Commissione elettrotecnica internazionale
EN	Norme Européenne / Norma europea
E/S	Entrées/Sorties / Entrate/uscite
FC	Fil de Contact / Filo di contatto
HFC	Hauteur Fil de Contact / Altezza filo di contatto
HT	Haute Tension / Alta tensione
IMP	Interrupteur de Mise en Parallèle / Commutatore di messa in parallelo
CIG	Commission Intergouvernementale / Commissione intergovernativa
L.G.V.	Ligne à Grande Vitesse / Linea ad alta velocità
LTF	Lyon Turin Ferroviaire / Lione Torino Ferroviaria
MALT	Mise à La Terre / Messa alla terra
PCC	Poste de Commande Centralisé / Posto di comando centralizzato
Pk	Point kilométrique / Punto chilometrico

PMP	Poste de Mise en Parallèle / Posto di messa in parallelo
PMR	Plan Moyen de Roulement / Piano medio di rotolamento
POC	Posti di confine (= SSP, section de séparation)
RFF	Réseau Ferré de France
RFI	Réseau Ferré Italien
SAS	Schéma d'Alimentation et de Sectionnement / Schema di trazione elettrico
SI	Système International / sistema internazionale
STI	Spécifications techniques d'Interopérabilité / Specifiche tecniche d'interoperabilità
TD	Appareil Tendeur (TD) / Apparecchio tenditore
TGV	Train à Grande Vitesse / Treno ad alta velocità
UIC	Union Internationale des Chemins de fer / Unione internazionale delle ferrovie

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di revisione degli studi preliminari, presentiamo il contesto del progetto LTF.

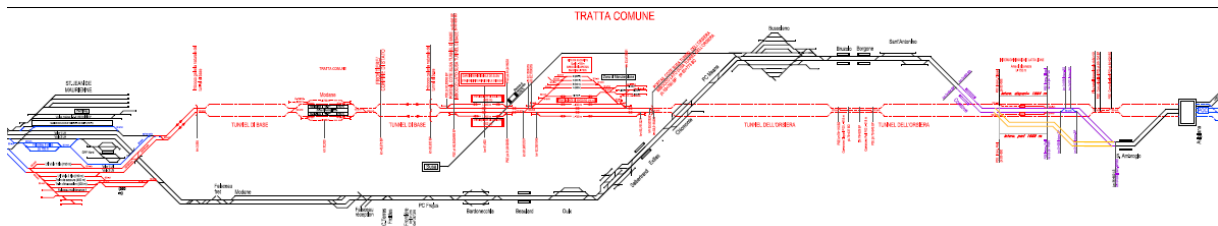
La catenaria della nuova linea ferroviaria Lione Torino è alimentata 2x25000V CA - 50Hz. Questo sistema rappresenta una linea di trasporto di energia a 50 000 V CA e comprende:

- Sottostazioni dotate di trasformatori che rilasciano ai morsetti del secondario una tensione di 50000 V CA. Uno dei morsetti è collegato alla catenaria, l'altro ad un conduttore chiamato "feeder negativo, il punto medio della secondaria essendo connesso alla rotaia.
- Dei posti con autotrasformatori, avendo la funzione di trasformare questa tensione di 50000 V CA ed le correnti risultanti, in tensione di 25000 V CA utilizzabile dai motori dei locomotori.
- Apparecchi d'interruzione che assicurano l'interruzione coniugata della catenaria e del feeder lungo la linea in caso di necessita. Dal 6 marzo 2008, la STI relativa al sottosistema energia prevede anche l'integrazione di una funzione di messa a terra.
- Sezioni di separazione di fase, avendo lo scopo di evitare ai pantografi l'interconnessione elettrica di 2 catenarie successive, di cui le alimentazioni presentano differenze di fase.
- Catenarie alimentate a 25000 V CA, di cui i pilastri esterni sostengono il feeder negativo. Nella parte tunnel, il feeder negativo è ubicato su punti fissi, in posizione laterale, sul timpano della volta del tunnel.

Le linee storiche sono alimentate a 1500 V CC lato Francia e 3000 V CC lato Italia.

## 2. OGGETTO

Questo documento ha lo scopo di mettere in evidenza i vari aggiornamenti del progetto LTF a decorrere dall'APR 2006 fino oggi, il 26 aprile 2010. Questa revisione del Progetto Preliminare (RPP) si è resa necessaria dal cambiamento del tracciato, soprattutto in Italia, e dalle revisioni di sicurezza inviate dalla CIG, la STI ed il lotto C1 del progetto LTF.



Immagini 1: Estratto del nuovo schema della linea - Layout 2035 D+F Rev.0

L'oggetto di questo documento è quello di rivedere il Progetto Preliminare e di valutare l'impatto tecnico rispetto ai documenti elaborati in precedenza.

In questo senso, dopo l'analisi delle varie modifiche, andremmo a definire gli impatti sulla Catenaria tramite 3 grandi assi:

- Descrizione delle modifiche del tracciato e/o in conformità alle norme di sicurezza
- Impatto sulle installazioni della catenaria
- Modifiche previste per rispondere alle nuove direttive

Una stima dei costi, includendo anche queste varie modifiche, è trattata nel documento C2B\_0038\_30-05-00\_80-01\_STIMA COSTI\_2.

Si deve precisare che il presente documento tratta solo dei punti divergenti dal progetto di Riferimento (2006) in seguito alle modifiche previste nel capitolo 5.

I soggetti non discussi in questo documento sono considerati sempre validi.

### 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Les documents pris comme référence sont: I documenti presi come riferimento sono:

- [D - 1.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Cahier des Charges Techniques Simplifié (CCTS). REF. APR B3/ TS2 0050 B APNOT.
- [D - 2.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – CATENAIRES : prescriptions générales caténaires. REF. APR B3/ TS2 0202 E APNOT.
- [D - 3.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Généralités sous stations électriques –Traction schéma général des alimentations et du sectionnement coté français. REF. APR B3/ TS2 0280 B APPLA
- [D - 4.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Généralités sous stations électriques –Traction schéma général des alimentations et du sectionnement coté italien. REF. APR B3/ TS2 0201 C APPLA
- [D - 5.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Cahier des Charges Techniques Partie générale (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Capitolato Tecnico – Parte generale) – Référence PP2-DEP-LTF-0003-A-AP-NOT
- [D - 6.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Cahier des Charges Technique Détaillé - Lot C2 Équipements (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Capitolato Tecnico Dettagliato Lotto C2 Impianti) – Référence PP2-TEC-LTF-0001-A-AP-NOT
- [D - 7.] MODIFICATION DES DISPOSITIONS DE SECURITE; CAHIER DES CHARGES DES OPTIONS (MODIFICA DELLE DISPOSIZIONI DI SICUREZZA; CAPITOLATO TECNICO DELLE OPZIONI) Référence PPR-GEN-LTF-0013-0-AP-NOT
- [D - 8.] Dossier Guide Du Projet Preliminaire – Note méthodologique Caténaire du 03/12/2009
- [D - 9.] Spécification technique d'Interopérabilité (STI) C(2007) 6450

- [D - 10.] Spécification technique d'Interopérabilité relative au sous système énergie (STI) C(2008) 807
- [D - 11.] COMMISSION INTERGOUVERNEMENTALE POUR LA NOUVELLE LIGNE FERROVIAIRE – Critère de sécurité de l'exploitatiion – Projet Global- 21 Féb 2010
- [D - 12.] Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE (Presentazione 44 NORME TECNICHE - Volume 1 – QUADRO REGOLAMENTARE)
- [D - 13.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Schéma d'Alimentation et de Sectionnement (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Schema di Trazione Elettrico) – Réf. C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0

#### **4. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO FERROVIARIO TORINO LIONE**

Il progetto LIONE TORINO è composto da tre tratte, ognuna con la sua propria direzione dei lavori:

- La parte francese Lione - St Jean de Maurienne con responsabilità di RFF.
- La sezione internazionale St Jean de Maurienne - Piana delle Chiuse affidata a LTF.
- La parte italiana Piana delle Chiuse - Ordassano con responsabilità di RFI.

Le caratteristiche generali della linea definite nell'APS/PP sono:

- Traffico misto, viaggiatori e merci
- Concepita per una velocità massima di 250 km/h
- Sfruttata a 220 km/h alla sua messa in servizio
- Linee banalizzate
- Elettrificata a 2 x 25000 V CA
- Pendenze e rampe massime per il binario di 12 mm/m.

La linea Torino - Lione è interoperabile ai sensi delle Specificazioni tecniche d'interoperabilità (STI) Grande Velocità in vigore.

## 5. MODIFICHE IDENTIFICATE E L'IMPATTO SULLA CATENARIA

Elenchiamo nella tabella di seguito le modifiche, notificando il loro impatto sulla catenaria

Identifiant / Identificatore	Modifications / Modifiche	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire / Impatto sulla catenaria
<b>Partie Italienne / Parte italiana</b>			
[M-1.]	Sparizione del viadotto, del tunnel di Bussoleno, dell'interconnessione con la linea storica a Bruzolo, della base di manutenzione di Bruzolo e dell'arrivo nella stazione storica di Bruzolo	Percorso	Impianti sul viadotto soppresso
[M-2.]	Allungamento del tunnel franco-italiano (tunnel di base), fino alla pianura di Susa	Percorso	Addizione di impianti
[M-3.]	Incrocio della linea storica nella stazione in Val di Susa	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-4.]	Creazione di una nuova stazione di superficie in Val di Susa (livello 0) dedicata a questa linea	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-5.]	Attraversamento di un ponte su Dora Riparia in Val di Susa	Percorso	Studio del sistema di fissaggio della catenaria da installare
[M-6.]	Creazione di una nuova base di manutenzione all'aperto in Val di Susa, dedicata a questa linea (per sostituire quella di Bruzolo)	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-7.]	Creazione di un nuovo sito di sicurezza all'aperto, dedicato a questa linea, a Val di Susa	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-8.]	Creazione del PCC Italiano dedicato a questa linea, all'aperto, in Val di Susa	Percorso	Non
[M-9.]	Arrivo dell'energia in Val di Susa	Percorso	Non
[M-10.]	Creazione di locali amministrativi e tecnici (circolazioni...) in Val di Susa	Percorso	Si, solo se la fissazione è possibile sui palazzi
[M-11.]	Realizzazione del tunnel dell'Orsiera	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-12.]	Uscita dal tunnel in Trincea aperta a Piana delle Chiuse	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio e del sistema di fissaggio
[M-13.]	Interconnessione in trincea aperta con la linea storica Piana delle Chiuse	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio e del sistema di fissaggio
[M-14.]	Creazione del sito di sicurezza a Piana delle Chiuse	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio

Identifiant / Identificatore	Modifications / Modifiche	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire / Impatto sulla catenaria
[M-15.]	Spostamento della linea storica e della sua stazione in uscita dal tunnel di l'Orsiera in trincea aperto a Piana delle Chiuse	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio e del sistema di fissaggio
[M-16.]	Trasformazione del sito d'intervento di Praz in sito di sicurezza	CIG	Revisione del piano di picchettaggio
[M-17.]	Trasformazione del sito d'intervento di Val Clarea in sito di sicurezza	CIG	Revisione del piano di picchettaggio
<b>Tunnels de la ligne / Galleria</b>			
[M-18.]	Riduzione della distanza fra i rami	CIG	Revisione del piano di picchettaggio
[M-19.]	Modifiche della superficie e allestimento dei rami	CIG	Previsione dell'installazione dei sezionatori MaLT
[M-20.]	Modifiche delle tipologie dei rami e della loro ripartizione	CIG	Revisione del piano di picchettaggio
[M-21.]	I tunnel, sull'intera linea, hanno le stesse caratteristiche (ripartizione, dimensioni ...) : tubi, rami, profili ecc.	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
[M-22.]	Lunghezza massima dei tiri (1665m)	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
<b>Tunnels de Base / Tunnel di base</b>			
[M-23.]	Creazione di nicchie nelle discenderie		Non
[M-24.]	Schieramento d'impianti di sicurezza in discenderie	C1	Non
[M-25.]	Trasformazione dei siti d'intervento La Praz e Val Claréa in siti di sicurezza		Revisione del piano di picchettaggio
[M-26.]	Il sito di sicurezza di Modane Bis rimane come concepito durante la revisione del progetto preliminare.		Non
[M-27.]	Modificazione delle esigenze di Telecomunicazioni nelle discenderie	C1	Non
<b>Tunnel de l'Orsiera / Tunnel dell'Orsiera</b>			
[M-28.]	Configurazione identica a quella del tunnel di base salva la messa in funzione di una comunicazione fra i due tubi	Percorso	Revisione del piano di picchettaggio
<b>Ensemble de la ligne / Linea</b>			
[M-29.]	Nuova composizione dei conduttori della catenaria	Richiesta dal dimensionamento elettrico	Scelta dei nuovi conduttori della catenaria

Identifiant / Identificatore	Modifications / Modificazione	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire / Impatto sul catenaria
<b>Hypothèse retenue / Ipotesi considerata</b>			
[H- 1.]	I siti di sicurezza di La Praz, Val Clarea e St. Martin La Porte saranno strutturati secondo quello di Modane Bis senza i suoi binari di precedenza e piazzole .		Revisione del piano di picchettaggio

**Tabella 1: Notifica degli effetti delle ipotesi nel campo della catenaria**

## 6. DETTAGLIO DEI PRINCIPALI CAMBIAMENTI

### 6.1 Composizione dei cavi richiesti dal nuovo dimensionamento elettrico

Nel quadro della revisione del RPP il dipartimento energia a emesso una nuove composizione minima dei conduttori a seguito dei calcoli di dimensionamento elettrico.

Il dipartimento catenaria deve scegliere i cavi del materiale proposto con una sezione uguale o superiore a quelle richieste. Il dipartimento catenaria dovrà assicurare la compatibilità meccanica del nuovo insieme.

La tabella seguente riassume la nuova domanda rispetto ai conduttori utilizzati nell'APR 2006:

	Caténaire /Catenaria			
	APR		RPP	
	Matériau /Materiale	Section /Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale	Section /Sezione (mm <sup>2</sup> )
Fil porteur /Fune portante	Bronze /Bronzo	182	Cuivre /Rame	155
Fil de contact /Filo di contatto	Cu-Mg	150	Cuivre /Rame	150
Feeder -25 kV	Cuivre /Rame	307	Cuivre /Rame	307
CdPa /Corda di terra aerea	Aluminium /Alluminio	2x147	Aluminium /Alluminio	2x147
Câble de MALT enterré /Cavo di di MALT interrato	Cuivre /Rame	95	Cuivre /Rame	95

**Tabella 2: Composizione dei conduttori della catenaria richiesta dal dimensionamento elettrico 2010 rispetto a quello a conduttori, utilizzati nel APR 2006**

Di più, dal 6 marzo 2008 la STI relativa al sottosistema energia stipula che i provvedimenti in materia di messa a terra del sistema di linee aeree di contatto devono essere integrati nell'impianto generale di messa a terra lungo le linee.

E stato identificato in questo ambito nel documento [D-10] che lungo la linea saranno installati sezionatori di messa a terra ad un intervallo di circa 10 km.

### 6.2 Distanza tra i rami

Per ragioni di sicurezza, per l'intero tunnel della sezione LTF i rami verranno distanziati di 333 metri, salvo le zone di sicurezza ed i siti d'intervento, dove la distanza è di 50 metri.

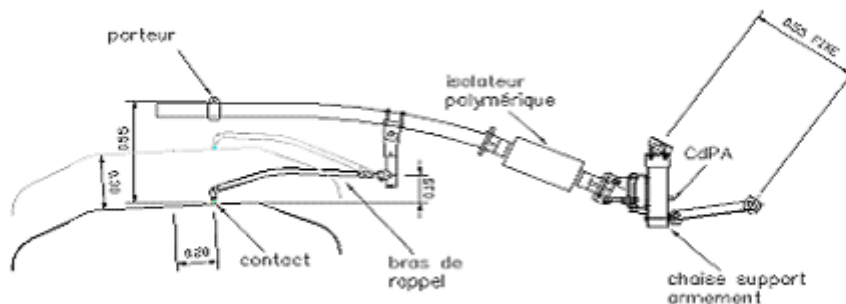


### 6.3 Incrocio linea nuova – linea storica

Qualche chilometro della linea storica saranno modificati all'uscita del tunnel dell'Orsiera, a Piana delle Chiuse, per creare un raccordo alla nuova linea.

## 7. MODIFICHE PREVISTE SULLA CATENARIA

Il complesso dei conduttori è più leggero di quello utilizzato durante l'APR, l'architettura del sistema di sospensione della catenaria non necessita di modifiche. In più, le varie modifiche di percorso non sono fondamentali rispetto alla catenaria. Non valutiamo la necessità di una modifica del materiale. Le installazioni catenaria saranno dello stesso tipo che quelle descritte nell'APR PD (Cf. 0202 - B3-01-01-00-03-01-D CATENARIA Prescrizione generale I) realizzato in 2006.



Immagini 2: Esempio di armamento tipo tunnel LTF

L'architettura del ponte sulla Dora non è comunque ancora definita. Per questa realizzazione, il fissaggio degli equipaggiamenti sarà forse diversa dal resto della linea.

Rispetto alle varie modifiche citate in questo documento, possiamo elencare i punti che necessitano di un'attenzione particolare nella fase definitiva di revisione del progetto. Distinguiamo le seguenti 3 zone: tratta in tunnel, tratta fuori tunnel e tratta relativa al complesso della linea.

### 7.1 Tratta in tunnel

Aspetti particolari da prendere in conto nello studio di dettaglio:

- Il posizionamento delle nicchie degli interruttori. Devono essere situate nei nuovi siti delle zone di sezionamento.
- Per rispondere alle nuove esigenze di STI relative al sottosistema energia, si deve prevedere il montaggio di sezionatori di messa a terra. Essi dovranno essere conformi alle norme EN 50119:2001 e EN 50122-1:1997.
- Si devono prevedere nicchie speciali, adatte ai sezionatori di messa a terra (messa alla rotaia).
- Le installazioni catenaria (per es. Apparecchi Tenditori, nicchie per interruttori) non devono impedire l'accesso ai rami, per assicurare l'evacuazione delle persone in condizioni di sicurezza regolamentari. Il piano di picchettaggio dovrà prendere in conto la posizione delle aperture dei rami.
- L'installazione di nuove discenderie e di piè di discenderie possono eventualmente interfacciarsi al materiale componente della catenaria.
- Il calcolo delle strutture dovrà tenere conto dell'effetto vento al livello degli ingressi delle discenderie nel tunnel.

- Tutte le sagome (isolamento, pantografo, materiale rotabile) devono essere evidenziate.
- Si devono osservare le distanze d'isolamento con nuovi impianti (antenne per telecomunicazioni, segnaletica).

#### **Evidenziazione:**

Vista la riduzione della distanza fra i rami, il montaggio di tenditori a contrappesi potrebbe essere un problema, perchè questi impianti sono relativamente importanti. Una soluzione da studiare sarebbe quella di utilizzare martinetti idraulici. Sono più costosi, ma hanno alcuni vantaggi:

- Hanno controllo remoto
- Possono allarmare in caso di rottura del filo
- Occupano poco spazio (senza pulegge o contrappesi)
- Sono stati già testati per il tunnel sotto La Manche.

### **7.2 Tratta fuori dal tunnel**

Aspetti particolari da prendere in conto nello studio di dettaglio:

- Il piano di picchettaggio si deve riprendere, secondo la nuova posizione delle sezioni di separazione.
- Il sistema di fissaggio degli equipaggiamenti sarà adatto secondo l'architettura della trincea aperta a Piana delle Chiuse.
- Per il ponte di Dora, il sistema di fissaggio degli equipaggiamenti sarà studiato secondo l'architettura del lavoro e la carta architettonica associata.
- Le catenarie tipo per i "binari di precedenza" saranno identiche a quelle della stazione di St Jean de Maurienne.

### **7.3 Tratta LTF**

Aspetti particolari da prendere in conto nello studio di dettaglio:

- Visto l'uso di nuovi conduttori, la loro tensione meccanica dovrà essere rivista in conseguenza. La regolarizzazione della tensione meccanica indipendente per la portante e per il filo di contatto dovrà essere conforme alle norme EN 50119 e UIC 799.
- Il calcolo del movimento oscillante si deve fare con i nuovi conduttori della catenaria.
- Le varie connessioni e pinze devono essere adatte alle nuove sezioni dei conduttori.

## **8. REQUISITI TECNICI GENERALI**

L'elettrificazione della linea a grande velocità dovrà osservare le prescrizioni seguenti:

### **8.1 Velocità del tracciato**

L'elettrificazione dovrà essere concepita secondo i punti seguenti:

- Una velocità di esercizio di 220 km/h
- Il sistema di catenaria sarà concepito per una velocità studiata di 250 km/h.
- Il sistema catenaria considerato è di livello II ai sensi della STI.

## 8.2 Sistema di alimentazione

Il sistema di alimentazione è specificato nel documento seguente:

- REVISION DES ETUDES DE PROJET; Schéma d’Alimentation et de Sectionnement (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Schema di Trazione Elettrico) – Réf. C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0

## 8.3 Quadro normativo

Gli impianti di elettrificazione devono rispondere particolarmente alla regolamentazione seguente:

- Specificazioni e versioni provvisorie delle specificazioni EURONORM (EN),
- Specificazioni tecniche d’interoperabilità per sottosistema di energia del sistema ferroviario transeuropeo di grande velocità.
- Raccomandazioni U.I.C.

L’elenco dei documenti applicabili è indicato nel quadro di regolamentazione con il riferimento « Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE »

## 9. TIPOLOGIA DI ELETTRIFICAZIONE

### 9.1 Sistemi catenaria selezionati


Come riferimento per la parte aerea, abbiamo il sistema catenaria RFF/SNCF installato per le linee di grande velocità in Francia (LGV EF 310024) : Linea Aerea di Contatto a filo, di tipo poligonale, previsto di braccio di richiamo e regolarizzazione della tensione meccanica dei conduttori.

Per le tratte nel tunnel, il riferimento è il sistema Channel Tunnel Rail Link (CTRL), applicato anche per il Tunnel sotto la Manica (Eurotunnel). Fondato su una console monotubo in tensione, è molto adatto agli impianti per i tunnel meno ingombranti.

In ciò che riguarda le vie di raccordo alla linea storica lato Italia, il riferimento è « catenaria tipo SNCF 85 » presentata nei documenti delle fasi di Bruzzelo nell’APR di 2006.

Per riassumere, il sistema di catenaria flessibile è descritto nella tabella seguente:

Critères Techniques / Criteri Tecnici	Système de caténaire Souple / Sistema di catenaria flessibile
La velocità di studio del sistema catenaria è di 250 Km/h	Senza problemi di uso alla velocità prevista con una catenaria di grande velocità.
Insolazione elettrica Distanza alla massa di 320 mm	L’ingombro catenaria può essere di <b>500 mm</b> fra la fune portante ed il filo di contatto.

Critères Techniques / Criteri Tecnici	Système de caténaire Souple / Sistema di catenaria flessibile
	
Riferimento di montaggio	Il sistema flessibile ha per riferimento la via.
Picchettaggio della linea	Le fissazioni catenarie saranno ogni <b>30,00 m</b> salve le fissazioni intermedie di sovrapposizione e sezionamento (15 % dei fissaggi a disporre a circa 1,00 m). La lunghezza dei tiri sarà di 1800 m al massimo.
Taglio meccanico	Il taglio meccanico è di circa <b>1850 m</b> .
Flessibilità del sistema	Il riferimento RFF corrisponde ai criteri STI, soprattutto in ciò che riguarda il numero d'arco accettabile
Ingombro del sistema	L'ingombro del sistema flessibile dovrebbe osservare le distanze d'isolamento ed integrarsi con gli altri sistemi.
Sezione di separazione di fase	Ci sono dei sistemi di sezione separazione lunga o breve

**Tabella 3: Elettrificazione della catenaria sistema flessibile**

## 9.2 Criteri per la progettazione della catenaria

### 9.2.1 Caratteristiche del design

La catenaria della tratta a grande velocità dovrà osservare le caratteristiche di concezione e fabbricazione dettagliate nella tabella seguente:

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
Gabarit Cinématique du Matériel Roulant (Ingombro Cinematica del Materiale Rotabile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>STI energia</li> </ul>	Vedere la Tabella « Profil de l'archet Pantographe STI unifié » (Profilo dell'archetto Pantografo STI unificato)

### 9.2.2 Caratteristiche geometriche

La catenaria della tratta a grande velocità dovrà osservare le caratteristiche geometriche riprese nella tabella seguente:

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
Hauteur du Fil de Contact (HFC) Altezza del Filo di Contatto La linea è considerata una linea adatta rispetto alla raccomandazione STI	Ingombro : AF piano rif. : 3306 3340 STI energia UIC 794 UIC 799	Definiti da LTF - HFC per tutte le tratte <ul style="list-style-type: none"> <li>5,57 m (cf. allegato « Note sur la Hauteur des FC »)</li> </ul>
Espace Minimal Nécessaire Spazio minimale necessario per i sollevamenti del pantografo	STI energia EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>300 mm cioè il doppio del sollevamento massimale del pantografo (vedere allegato Esigenze relative all'interazione, sistema elettrificato in alternativo)</li> </ul>
Disassamento	UIC 799	Binario corrente – tunnel - viadotti: <ul style="list-style-type: none"> <li>Allineamento + o – 200 mm,</li> <li>Curva 240 mm max</li> </ul> Stazione - deposito : <ul style="list-style-type: none"> <li>Allineamento + o – 200 mm,</li> <li>Curva 300 mm max</li> </ul>
Variatione dell'altezza del filo di contatto rispetto ai binari : Se una variazione dell'altezza del filo di contatto si renderebbe necessaria alle estremità della tratta per il raccordo	EN 50119 STI energia UIC 794 UIC 799	Binario corrente – tunnel - viadotti : Pendenza massimale (°/°)= 0 Variatione massimale della pendenza (°/°)=0 Stazione - deposito :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
ad una altezza diversa, questa transizione si dovrà fare nelle zone con velocità di circolazione ridotta o nelle zone di arresto dei treni.		Pendenza massimale ( $^{\circ}/^{\circ}$ )= 0 Variazione massimale della pendenza ( $^{\circ}/^{\circ}$ )=0
Ingombro Standard del Sistema	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nel tunnel : da 0,35 a 0,60 m (adattare secondo la variazione della sezione del tunnel).</li> <li>• All'aria aperta o in trincea aperto: 1,40 m.</li> <li>• Sezionamenti all'aria aperta: <b>1,40m à 2,00 m.</b></li> <li>• Sezionamenti nel tunnel: <b>0,35m a 0,55 m</b> (con ingombro da adattare secondo la variazione della sezione del tunnel).</li> <li>• Caso particolare del ponte di Dora: l'ingombro verrà calcolato partendo dai vincoli architettonici e di costruzione del ponte.</li> </ul>
Tolleranza sull'altezza del filo di contatto, da una sospensione all'altra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UIC 794</li> <li>• UIC 799.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + o - 10 mm (<b>tolleranza di montaggio applicabile alla realizzazione in situ</b>)</li> </ul>
Tolleranza sull'altezza del filo di contatto misurata fra due sospensioni consecutive, quando l'altezza del filo di contatto è prevista costante dalla costruzione.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UIC 794</li> <li>• UIC 799.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 +10 mm (<b>tolleranza di montaggio applicabile alla realizzazione in situ</b>)</li> </ul>
Capacità massima di picchettaggio standard	Il valore raccomandato, viste le prescrizioni della norma UIC 799 è di <b>60 m</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• All'aria aperta : <b>55 m.</b></li> <li>• In trincea aperto : <b>60 m.</b></li> <li>• In tunnel: 50 m (il criterio maggiorante è l'ingombro del tunnel).</li> <li>• All'aria aperta (zona con venti) : 50 m.</li> <li>• Per ragioni di comodità e di costruzione, il passo della portata per la catenaria tunnel LTF è multiplo di <b>5,00 m</b> in utilizzazione standard.</li> <li>• Per i tipi di catenarie RFF all'esterno, il passo è multiplo di</li> </ul>

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
		5,00 m e 4,50 m per la « catenaria tipo 85 ».
Oscillazione del filo di contatto sotto l'effetto del vento trasversale al mezzo della portata	UIC 799	• Massimale < o uguale a <b>400 mm</b> .
Scansione laterale orizzontale del filo di contatto per 100 m di lunghezza	UIC 794 UIC 799	• Minimum <b>0,50 m</b> .
Freccia del filo di contatto, se previsto, di (°/°) della lunghezza della portata	UIC 794 UIC 799.	• 1/2000 della portata
Numero di portate dei tenditori e dei sezionatori		• All'aria aperta : 4 portate • In tunnel : 5 portate
Distanza fra i penduli	UIC 799	• Massimale < <b>9,50 m</b>
Lunghezza minimale dei penduli nel cavo		• <b>0,25 m</b>
Disposizione Standard esterna La disposizione nominale dei supporti, misurata fra la faccia del supporto lato binario ed il limite esterno della rotaia la più prossima è conforme alle regole RFF – RFI.		• <b>2,30 m</b> regola francese (RFF) disposizione presa dall'esterno della rotaia al vuoto del supporto. • <b>2,40 m</b> regola italiana (RFI) disposizione presa dall'interno della rotaia al vuoto del supporto.  →Si ritiene la regola RFI.

Tabella 4: Caratteristiche geometriche

### 9.2.3 Caratteristiche costruttive

La catenaria LTF dovrà osservare le caratteristiche di concezione e costruzione seguenti:

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
Adeguarsi agli ingombri statici e cinematici del materiale rotabile.	STI energia UIC 794 UIC 799	
Spazio necessario per il sollevamento massimale del braccio di rappello in condizioni aerodinamiche sfavorevoli	EN 50119 STI energia UIC 799	• Senza limitatore di sollevamento <b>300 mm</b>

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
Montaggio del braccio di rappello	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solo lavoro in tensione</li> </ul>
Regolarizzazione della tensione meccanica indipendente per la fune portante e per il filo di contatto.	EN 50119 UIC 799	Regola RFF <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizzazione di pulegge o di muffole e contrappesi.</li> <li>Rapporto di demoltiplicazione delle pulegge o delle muffole.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnel 1 /3</li> <li>Esterno 1 /5</li> </ul> </li> </ul>
Montaggio standard di supporti a titolo indicativo (casi i più sfavorevoli)		Dall'asse del binario all'asse del supporto:  Regola RFF <ul style="list-style-type: none"> <li>In via corrente e via rapida di stazione 3,25 m.</li> <li>Via di servizio nella stazione fuori della zona dei binari ingombro « ritirato » 1,65 + ½ larghezza di via (valore RFF).</li> </ul> Sul viadotto 1,72 m +2 x sopraelevazioni (eccesso di sopraelevazione) (valore RFF maggiorata di 2,2 x il valore della sopraelevazione, effetto il più sfavorevole, per esempio per una sopraelevazione di 90 mm si deve aumentare di 198 mm)  Valori italiani sul viadotto applicabile.

**Tabella 5: Caratteristiche costruttive**

#### 9.2.4 Criteri statici dell'elasticità del sistema catenaria

La catenaria nella tratta LTF dovrà avere un'elasticità il più costante possibile sull'intera lunghezza delle portate. La catenaria è concepita per presentare una debole variazione dell'elasticità U.

I criteri sono elencati nella tabella seguente.



Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
$U = ((e_{max} - e_{mini}) / (e_{max} + e_{mini})) 100\%$ $e_{max}$ elasticità massima nella portata $e_{mini}$ elasticità minima nella portata	STI energia UIC 799 EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>coefficiente d'irregolarità inferiore a 25‰</li> <li>Elasticità al mezzo della portata inferiore di 0,5 mm /N</li> </ul>

Tabella 6: Criteri di elasticità statica del sistema catenaria

### 9.2.5 Criteri dinamici

La concezione della catenaria dovrà corrispondere ai criteri dinamici seguenti:

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
<ul style="list-style-type: none"> <li>Velocità di propagazione delle onde</li> <li>Fattore Doppler</li> <li>Coefficiente di riflessione</li> <li>Il Fattore di amplificazione dovrà essere ridotto al più che possibile</li> </ul>	STI energia EN 50119 UIC 794 UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valori V max (m/s) + 40</li> <li>Valore :&gt; 0,17</li> <li>Valore &lt; 0,4</li> <li>Valore &lt; 2,3</li> </ul>

Tabella 7: Criteri Dinamici

### 9.2.6 Criteri di qualità per la captazione di corrente

Nella sua interazione con il pantografo, che dovrà essere dal tipo adeguato, la catenaria da utilizzare dovrà osservare i criteri seguenti:

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
Sforzo di contrattazione dinamica alla velocità massima (N)	STI energia UIC 799 EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massimale : 300</li> <li>Minimale : superiore a 0</li> <li>Medio : 189</li> </ul>

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnici
<p>Criterio dello sforzo di contatto dinamico del pantografo sulla catenaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fm = Valore medio dello sforzo di contrattazione. (Fm = 130,62 valeur STI)</li> <li>• <math>\sigma</math> = Scarto tipo della distribuzione degli sforzi di contrattazione</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Fm + 3 \sigma &lt; 250 \text{ N}</math></li> <li>• <math>Fm - 3 \sigma \dots &gt; 0</math></li> <li>• <math>\sigma_{\max} = 0,3 Fm</math></li> </ul>
<p><b>Perdita di contatto:</b>                      Il rapporto fra il tempo totale di separazione dell'archetto del pantografo e del filo di contatto ed il tempo totale di percorso di una tratta alla velocità massimale</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 0,14 \%</math></li> </ul>
<p><b>Numero di archi:</b>                      Sollevamento ammissibile del filo di contatto al passaggio del pantografo, per la più grande portata, nelle condizioni normali di funzionamento</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il numero di archi per 100 m dovrà essere inferiore a 1</li> <li>• Durata : <math>10 \text{ ms} &lt; t &lt; 25 \text{ ms}</math></li> <li>• Per RFI l'arco elettrico non può eccedere più di 5ms (1/200 secs).</li> </ul>

**Tabella 8: Criteri di qualità per la captazione di corrente**

### 9.2.7 Composizione della catenaria

La catenaria della tratta a grande velocità della nuova linea del progetto LTF sarà formata da:

- Una fune portante
- Un filo di contatto
- Un feeder positivo o negativo
- Penduli elettrici e classici che assicurano solo il funzionamento di rimessa e carico. Il calcolo delle caratteristiche elettriche dei conduttori sarà fatto in accordo alle indicazioni della EN50119 e ai dati della EN50149 per il filo di contatto.

La sezione dei conduttori è stata rivista dall'APR di 2006 in seguito ai nuovi calcoli di dimensionamento elettrico.

I conduttori scelti per rispondere a questa domanda sono:

### 9.2.7.1 Funne portante

La funne portante in rame è stata scelta secondo la norma NF C 34-110-3 :

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Funne portante	181,6	Rame

**Tabella 9: Caratteristiche funne portante**

### 9.2.7.2 Filo di contatto

Il filo di contatto scalinato sarà di Cu-Mg 0,5, o altra lega di rame che corrisponda ai criteri di velocità di propagazione delle onde, e avrà la sezione seguente:

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Filo di Contatto	150 = 150*0,995 = 149.25 équivalent cuivre pur	Cu-Mg 0,5

**Tabella 10: Caratteristiche filo di contatto**

### 9.2.7.3 Feeder

Il feeder sarà di rame :

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Feeder negativo 25kV CA :	307	Cuivre

**Tabella 11: Caratteristiche feeder**

### 9.2.7.4 Penduli

I penduli di connessione devono essere in conduttore di bronzo di 12mm<sup>2</sup>, flessibile o extra flessibile; si raccomanda che essi siano con anello, regolabile ove possibile, con l'uso della stessa connessione per la funne portante e per il filo di contatto.

### 9.2.7.5 Cavo di protezione

( i ) CdPA in Tunnel

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
2 x Conduttori di protezione aerea per tunnel	147	Alluminio

**Tabella 12: Caratteristiche del CdPA in tunnel**

( ii ) CdTE in tunnel

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
1 x Conduttore di protezione terra interrato	95	Cuivre

**Tabella 13: Caratteristiche del CdTE in tunnel**

( iii ) CdPA all'aperto

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
1 x Conduttore di protezione aereo per via principale	147	Alluminio

**Tabella 14: Caratteristiche del CdPA all'aperto**

### 9.2.8 Tensione meccanica di cavi

I conduttori ed i cavi utilizzati nella catenaria dovranno essere posati applicando le seguenti tensioni meccaniche:

- Conduttori e cavi regolabili

I conduttori e i cavi regolabili avranno le seguenti tensioni meccaniche :

Item	Tension / Tensione (Newton)
Fune portante	20000
Filo di contatto	20000

**Tabella 15: Tensione meccanica dei conduttori regolabili**

La tensione meccanica della catenaria dovrà osservare le norme EN50119 e EN50149, ed i criteri dinamici esposti in precedenza.

- Conduttori e cavi non regolabili

I conduttori ed i cavi non regolabili saranno montati con le tensioni che devono osservare i punti seguenti:

- Norma EN50119
- Alla temperatura minimale dell'ambiente non deve superare la tensione massima ammissibile.
- Alla temperatura massima di funzionamento, il cavo dovrà rimanere alla distanza d'isolamento richiesta.

La tabella seguente indica le tensioni nominale dei cavi non regolabili.

Item	Tension / Tensione (Newton)
Feeder	10000
Cavo di protezione	5000

**Tabella 16: Tensione di cavi non regolarizzata alla temperatura media**

### 9.2.9 Distanze di isolamento da rispettare

Distances minimales à respecter / Distanze minime da rispettare	(m)
Alla sporgenza da un Conduttore di protezione aereo (CdPA) di una catenaria all'attraversamento di un binario elettrificato.	0,50
Fra CdPA ed il conduttore sotto tensione elettrica	0,50
Fra CdPA e un feeder.	0,80
Fra feeder e catenaria alla quale è coniugato.	2,0
Fra feeder e catenaria alla quale è coniugato.	0,80
Fra il conduttore sotto tensione elettrica ed una ferratura metallica alla massa	0,50
Fra il conduttore sotto tensione elettrica e ostacolo non accessibile	1,00
Alla sporgenza da un Conduttore di protezione aereo (CdPA) di un ostacolo accessibile o meno	0,50
Fra un Conduttore di protezione aereo (CdPA) di un palazzo	2,00
Fra un Conduttore di protezione aereo (CdPA) e ostacolo o palazzo, di lato, tenendo conto dal bilanciamento causato dal vento.	1,00
Fra brache di ancoraggio o conduttori della stessa natura elettrica	0,20
Fra il conduttore ancorato ed il passaggio di CdPA	0,80
Fra il conduttore ancorato e l'ancoraggio del CdPA	0,80
Fra i conduttori ancorati di tipi elettrici diversi	0,80
Fra i conduttori ancorati dello stesso tipo elettrico, con tenditori	0,50
Fra i conduttori ancorati dello stesso tipo elettrico, senza tenditore	Evitare il contatto meccanico
Alla sporgenza da un Conduttore sotto tensione elettrica, di un locale accessibile al pubblico	5,00
Alla sporgenza da un Conduttore sotto tensione elettrica, di un locale non accessibile al pubblico	3,00
Alla sporgenza di un binario elettrificato	7,00
Alla sporgenza o all'attraversamento di un binario o di una pista sita nell'area e non accessibile ai veicoli stradali.	5,00
Alla sporgenza o all'attraversamento di un binario accessibile ai veicoli stradali	6,00
Alla sporgenza o all'attraversamento della pista sita più lontano e non accessibile ai veicoli stradali .	6,00

**Tabella 17: Distanze minime di isolamento da rispettare**

### 9.3 Condizioni climatiche di funzionamento

I parametri dell'ambiente da prendere in conto per la concezione delle linee aeree di trazione elettrica sono principalmente:

- Le temperature di funzionamento del sistema.
- La velocità del vento,
- L'esposizione al sole,
- L'altitudine (situazione di linea inferiore a 1000 m)
- Livello « isoceraunico »,
- L'inquinamento,
- La configurazione del suolo, le condizioni geofisiche, lo spessore dello strato di ghiaccio,
- Il peso della neve sugli impianti.

Si prendono in considerazione le regole nazionali francese. I valori indicati di seguito sono estratti dal **Règlement Neige et Vent NV 65 modifiée 2009**.

#### 9.3.1 Carichi dovuti alla pressione del vento

Per verificare la stabilità delle varie parti delle linee aeree di trazione elettrica, si devono prendere in calcolo i carichi causati dal vento.

Per calcolare questi carichi, si ammette che il vento soffia orizzontalmente e che esercita la sua forza perpendicolarmente alla superficie.

##### 9.3.1.1 Azione del vento (unità SI)

L'azione del vento dipende dai fattori sopra elencati:

- Pressione dinamica
- Coefficienti
- Effetto di altezza sopra il suolo
- Effetto del sito
- Effetto della maschera
- Effetto delle dimensioni
- Coefficiente globale di resistenza dei conduttori,
- Coefficiente globale di resistenza dei tubi della mensola
- Coefficiente globale di resistenza dei supporti
- Angolo d'incidenza del vento
- L'azione statica

##### (i) Pressione Dinamica

La pressione dinamica di base viene calcolata partendo dalla formula seguente:

$$q = \frac{V^2}{16,3}$$

Designazione	Unità
q : pressione dinamica	daN/m <sup>2</sup>
V : velocità	m/s

**Tabella 18: Modulo di pressione dinamica di base**

I valori presi in conto sono i dati estremi del regolamento francese:

Zona Réf : Carta NV 2009	Velocità	Pressione dinamica
ZONA II valori estremi extrêmes	169,9 km/h	1365 Pa

**Tabella 19: Valori: Velocità del vento, pressione dinamica**

Nota :

Per un supporto cilindrico, la pressione dinamica di riferimento è di 720 Pascal. (Regola NV francese)

### 9.3.2 Intervallo di temperatura

Si deve notare che abbiamo due zone d'intervento, una esterna e una zona in tunnel. Il sistema catenaria deve essere pienamente operativo senza riduzione di performance nell'intervallo di temperatura indicato nella tabella seguente.

La temperatura di riferimento è di 15°C.

	En extérieur / All'aperto (°C)	Dans les tunnels / In tunnel (°C)	
		Zone normale / Zona normale	Zone chaude / Zona calda
Minimum de température / Temperatura minima (°C)	<b>- 20</b>	<b>+ 0</b>	<b>+5</b>
Température Moyenne / temperatura media (°C)	<b>+ 15</b>	<b>+ 20</b>	<b>+20</b>
Maximum de température / temperatura massima (°C)	<b>+ 60</b>	<b>+ 40</b>	<b>+ 45</b>

**Tabella 20: Temperatura di esercizio di auto-tensionamento**

Nota

Nel tunnel, solo i primi 400 m di catenaria per ogni entrata e uscita sono sottoposti alla variazione della temperatura esterna. Lo studio catenaria includerà questa condizione nella verifica meccanica del progetto.

### 9.3.3 Ghiaccio

Per i valori di temperatura negativi, si terrà conto nel calcolo delle strutture di un sovraccarico di un strato di ghiaccio.

Densité de la glace / Densità di ghiaccio	Épaisseur du manchon sur les câbles / Spessore del mantello sul cavo
0,9	10 mm per RFF e 12 mm per RFI (valore di riferimento de référence)

**Tabella 21: Strato di ghiaccio**

### 9.3.4 Neve

Questo fenomeno non è preso in considerazione per il calcolo delle strutture della catenaria salvo i pannelli esterni (es. di protezione) dove si applica il carico di neve incidentale.

Zona Rif : Carta NV	Carico incidentale di neve (KN/m <sup>2</sup> )
Zona 2 A	1,00

**Tabella 22: Carico incidentale di neve**

### 9.3.5 Inquinamento atmosferico

La concezione del sistema catenaria deve rispondere alla norma CEI 815 “Insulators: Class of pollution”.

La classifica della corrosività dell’ambiente deve rispondere alla norma ISO 9233.

Classe d’inquinamento degli isolatori	Classe di corrosività dell’ambiente
Categoria 2, inquinamento medio	C4

**Tabella 23: Inquinamento atmosferico**

### 9.3.6 Terremoto

Questo fenomeno non è un criterio determinante per il calcolo delle strutture della catenaria. Le masse utilizzate sono piccole e non generano fenomeni ondulatori che possono danneggiare la stabilità della struttura.

Per tenere conto dell’accelerazione verticale “g”, i carichi permanenti saranno aumentati di 0,25 volte il carico normale.

## 9.4 Costituzione delle linee di trazione

Ricordo

La catenaria di tipo poligonale è costituita da:

- penduli di connessione che assicurano l'oscillazione del filo di contatto sul portante e la ripartizione del corrente fra i due conduttori
- un portante e un filo di contatto di cui le caratteristiche sono riportate nella tabella seguente
- un feeder “negativo” in cavo di rame con la sezione di 307 mm<sup>2</sup> teso a 900 N a 15°C. Nel tunnel questo cavo è portato da un isolatore rigido. All’esterno, esso è posato ad



una sospensione. Questa sospensione è installata di principio sul lato esterno, all'estremità su una mensola montata sulla testa del supporto.

In modo eccezionale, il feeder “negativo” può essere costituito sia da un cavo isolato senza alogeno con anima in alluminio con sezione di 400 mm<sup>2</sup> sia da un cavo isolato senza alogeno con anima in rame con sezione di 400 mm<sup>2</sup>.

- un conduttore di protezione aereo (CdPA) di cavo in alluminio con sezione di 147 mm<sup>2</sup>, teso a 4 kN a + 15°C. Questo conduttore è collegato alla rotaia e al CdTE. Esso assicura l'equipotenzialità fra i supporti di un binario e la rotaia. Di solito è fissato nella prossimità della mensola, lato esterno.

## 9.5 Caratteristiche principali delle apparecchiature

La catenaria è verticale, nelle parti esterne l'ingombro al livello delle sospensioni è in principio di 1,40 m e senza vincoli particolari (Ponte della Dora).

Il piano di contatto ha una freccia iniziale al mezzo della portata uguale a 1/2000 della sua lunghezza.

Per l'intera linea, l'altezza del piano di contatto ai supporti è costante ed uguale a 5.57 m. In tutte le zone di curva di raccordo in profilo lungo la via, le portate catenarie sono limitate, secondo i raggi della curva.

Courbe de raccordement en bosse ou en creux / Spirali in rilievo o calcografia	Portée maximale en mètres / La portata massima in metri
R (m) > 25000	senza restrizione di portata massima 65,00
16000 < R (m) ≤ 25000	55,00
16000 < R (m) ≤ 10000	50,00

**Tabella 24: Portata normale della catenaria linea nuova**

Note:

Il passo standard fra le portate è multiplo di **5,00 m**.

La disposizione nominale dei supporti, misurata dalla faccia del supporto lato binario ed il bordo interno della rotaia la più prossima è di **2,40 m**. (secondo le regole RFI).

## 9.6 Realizzazione Impianti catenaria

### 9.6.1 Disallineamento

La catenaria RFF è verticale, il disallineamento del portante è ottenuto dal posizionamento della pinza di sospensione sulla mensola.

Il disallineamento del filo di contatto al supporto è ottenuto dal posizionamento del braccio di rappel sul tubo anti-oscillazione o sulla mensola.

Il braccio di richiamo può supportare solo sforzi di trazione.

- All'esterno, ci sono due tipi di montaggio, “tensione” o “compressione”
  - “tensione” quando il tubo di anti-oscillazione soffre un sforzo di trazione
  - “compressione” quando il tubo anti-oscillazione soffre uno sforzo di compressione
- Nei tunnel solo il tipo di montaggio “tensione” è preso in conto.

In allineamento, il portante ed il filo di contatto sono disallineati alternativamente, ad ogni supporto, per 0,200 m al massimo rispetto all'asse del binario.

Il senso di disallineamento è scelto in tale modo ad evitare la presenza di due montaggi tipo “Compressione” sui supporti indipendenti, faccia a faccia.

In curva, il disallineamento al supporto rispetto all'asse perpendicolare al piano di circolazione (asse pantografo) è al massimo di 0,200 m verso l'esterno della curva, alternato nei grandi raggi. Nei raccordi parabolici, il disallineamento al supporto è determinato calcolando il raggio istantaneo al livello del supporto

### 9.6.2 Montaggi normali su supporti indipendenti

Le zone a due fili sono previste di supporti indipendenti. Questa disposizione limita generalmente le conseguenze di un incidente sul senso dove è stato prodotto.

I pilastri di filo corrente sono travi semplici in HEA o HEB (Standard Euronorm).

#### 9.6.2.1 Caratteristiche degli elementi di questi montaggi

All'esterno, l'impianto comprende:

- Una mensola inclinata in tubo di acciaio di  $\varnothing$  49-4,5 per gli ingombri superiori o uguali a 0,70 m, oppure orizzontale per tutti gli altri valori.
- Un tirante in tubo di acciaio di  $\varnothing$  28-3,1
- Un anti-oscillante in tubo di acciaio di  $\varnothing$  38-4, con regolazione, munito di un braccio di richiamo di 1,20 m in tubo di alluminio di  $\varnothing$  36-2,5 che consente un sollevamento dinamico massimo del pantografo di 0,30 m.

La maggioranza dei pezzi di attacco degli equipaggiamenti sono in rame - alluminio.

Quelli che uniscono l'equipaggiamento al supporto sono in ghisa.

I pezzi di attacco degli equipaggiamenti sono immobilizzati tramite staffe previste di dadi HFR con rondella liscia incorporata.

Tutte le articolazioni sono a incastro.

#### 9.6.2.2 Montaggi con ingombro ridotto

Gli elementi degli equipaggiamenti sono identici a quelli dei montaggi normali. Se l'ingombro della catenaria è però compreso fra 0.60 m e 0,65 m, la mensola è orizzontale ed il braccio di richiamo è fissato direttamente sulla stessa tramite un pezzo di abbassamento ed un attacco a cardano.

### 9.6.3 Montaggio tunnel

Tutti i montaggi realizzati nel tunnel sono montaggi tensioni con braccio di richiamo tensione.

L'eliminazione degli ingombri ostacolanti è verificata per gli ingombri LTF.

Il tubo di mensola avrà il diametro pari a 76 mm. Esso è in acciaio.

### 9.6.4 Montaggio sul portale rigido

Nelle stazioni e nelle zone di scambio, quando i binari non permettano gli impianti a supporti indipendenti, esso si realizza su portali rigidi con trave auto-portante.

I portali rigidi sono costituiti da due pilastri e una trave auto-portante sotto la quale verranno fissati i supporti destinati agli impianti dei binari centrali.

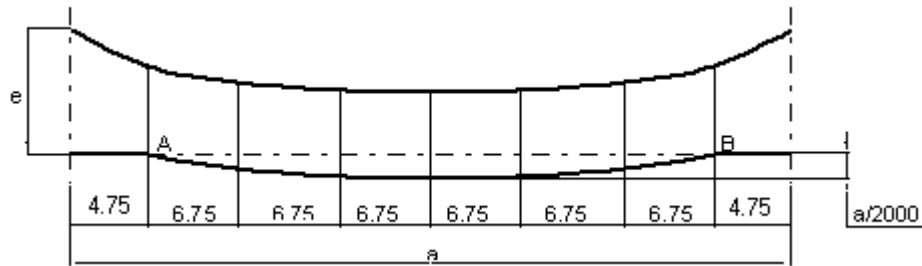
L'impianto dei binari laterali è realizzato in principio, quando l'installazione lo consente, tramite fissaggio su pali.

I pilastri di supporto alla trave, con la distanza massimale di 30,30 m sono:

- con travi HE 260 B o 300 B o 320 B semplici
- assemblate in U, IPE etc...,
- con travi HEM semplici (Standard Euronorm).

### 9.6.5 Penduli della catenaria

Consultare il piano C2B\_0036\_30-05-00\_40-04\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico schema di.



**Immagini 3: Esempio di distribuzione di una portata di 50.00 m**

La lunghezza dei penduli è calcolata affinché il filo di contatto abbia una freccia iniziale, in mezzo della campata, uguale a  $1/2000$  della lunghezza della campata "a" rispetto ad una linea retta tangente al filo di contatto di fronte ai penduli A e B per ottenere il valore voluto d'ingombro (e) della catenaria di fronte al supporto.

La distanza massima fra i due penduli è di 6.75 m. Il primo pendolo è sito a 4.75 m della sospensione. Il secondo pendolo è sito a 6.75 m del primo.

La ripartizione è simmetrica rispetto all'asse della campata.

Per le campate che non sono multipli di 5,00 m, si deve aggiornare la differenza, modificando la distanza fra i penduli siti nella vicinanza del mezzo della campata, rispettando una distanza minima di 3.50 m e massima di 6.75 m fra due penduli consecutivi.

#### 9.6.5.1 Formazione di penduli

I penduli possono essere di due tipi:

- Pendulo connessione nel cavo di bronzo sul portante vuoto.
- Pendulo in materiale isolante sul portante protetto

##### (i) Pendulo connessione

Sono in cavo di bronzo con sezione di  $12\text{mm}^2$  a catene fine, avendo alle estremità raccordi a capocorda sui cavi del pendulo.

Il collegamento nel lato portante e filo di contatto si fa tramite connessioni a gancio.

Un collegamento elettrico raccorda in parallelo le articolazioni fra gli raccordi a capocorda e le connessioni a gancio.

L'interasse minimo dei conduttori deve essere di 250mm.

##### (ii) Pendoli in materia isolante

- Interasse dei conduttori  $L > 500\text{mm}$

Il pendulo è un cavo sintetico di  $\varnothing 5\text{mm}$  avendo alle estremità terminazioni di raccordo che consentono il collegamento al lato filo di contatto con una connessione a gancio e lato portante protetto da un cavaliere in alluminio.

- Interasse dei conduttori  $L \leq 500\text{mm}$

Il pendulo è di tipo staffa di materia composita, è fissato sul filo di contatto tramite una connessioni a bullone.

## 9.6.6 Tipi di ancoraggio

### 9.6.6.1 Generalità

Gli ancoraggi del filo di contatto e della portante si fanno separatamente, per ottenere una regolarizzazione distinta per ogni conduttore.

C'è solo un isolatore fra la massa e l'elemento della catenaria previsto sotto tensione.

Questo isolatore si deve trovare nella campata d'ancoraggio, a piombo di un piano verticale sito all'estremità delle traverse dei binari.

Le insolazioni sono sempre riportate, disposizione che ha le conseguenze seguenti:

- Le code di ancoraggio che sono fuori di dirittura dei binari sono importanti.
- Gli incroci di cinghie si fanno in modo sfasato.
- Le parti sotto tensione sono lontane dalle zone accessibili al pubblico.
- I conduttori siti sopra i segnali, accessibili agli agenti che devono fare operazioni di manutenzione sono importanti.

L'incrocio delle cinghie si fa in modo sfasato (riporto di isolamento sistematico). Di più, ogni conduttore è munito al punto d'incrocio di una protezione isolante in lunghezza di 2,00 m.

## 9.6.7 Attrezzatura Tenditori - Antislittamento

### 9.6.7.1 Generalità

L'impianto delle linee di trazione elettrica è formato da tratte successive di 1400 m all'esterno e 1850 m nel Tunnel (sezionamento situato ogni circa 1665 m, cioè 5 rami di base).

- Facilitare la costruzione e la manutenzione dei conduttori.
- Assorbire la dilatazione degli stessi, per conservare la loro tensione meccanica costante nell'intervallo di temperature previste.

La tratta dei conduttori compresa fra i due ancoraggi rappresenta un cantone di posa. Il cambio delle catenarie dei due cantoni successivi si chiama Tenditore.

### 9.6.7.2 Attrezzatura Tenditori

I tenditori sono realizzati tramite la disposizione su una certa lunghezza, una accanto all'altra, della catenaria di due cantoni successivi. La continuità di captazione durante il passaggio del pantografo è assicurata dalla presenza di una zona chiamata "comune", dove i piani di contatto delle due catenarie, a distanza di 0,200 m, sono confonditi e paralleli al piano di circolazione. La continuità elettrica è assicurata tramite una connessione installata:

- al primo supporto intermedio nel senso di circolazione per un impianto normale,
- al secondo supporto intermedio per un impianto a rovescio.

La regolarizzazione della tensione meccanica, secondo la temperatura, è assicurata da un tenditore per ogni conduttore ad ogni estremità di un cantone di posa di lunghezza superiore a 700 m all'esterno e di 850m nel Tunnel.

Quando la lunghezza di un cantone di posa è inferiore o uguale a 700 m all'esterno e 850 m nel tunnel, i tenditori sono installati solo ad una estremità.

#### (i) Caratteristiche degli impianti

L'impianto tenditore è realizzato in 4 portate o in 5 portate (caso montaggio Tunnel).

Il supporto centrale, chiamato "ASSE", sito al mezzo dell'impianto tenditore per gli impianti tenditori in 4 portate è sostituito da due supporti "SEMI-ASSE" agli impianti tenditori in 5 portate.

Ogni semi-zona comune è seguita da una zona di rilevazione verticale del filo di contatto sopra il percorso del pantografo; l'insieme rappresenta la portata di rilevazione. Il supporto che consente questa rilevazione si chiama "INTERMEDIARIO".

La tensione meccanica ed il passaggio del filo sopra il braccio di richiamo del filo in presa impone un rilevamento sopra il piano di contatto al supporto intermedio.

Ogni portata di rilevamento è seguita da / o dalle portate / portate di disimpegno orizzontale che rappresenta(nno) la o le portate / portate di ancoraggio.

Il supporto sul quale sono ancorati i conduttori si chiama "ANCORAGGIO".

La freccia iniziale del piano di contatto è conservata per la catenaria "in presa".

In un tenditore detto "NORMALE", la catenaria situata alla sinistra nel senso normale di circolazione va direttamente all'ancoraggio senza incrocio. In caso contrario, il tenditore è chiamato "INVERSO". Perciò è il passo di dissalimento che determina se il tenditore è normale o inverso.

Durante l'incrocio dei due piani della catenaria, la ripartizione del movimento pendolare è modificato, per evitare ogni contatto fra il filo da ancorare e uno dei penduli della catenaria di presa.

#### (ii) Dimensione dei contrappesi

La fune portante ed il filo di contatto sono regolabili indipendentemente. (Cf. C2B\_0036\_30-05-00\_40-07\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico degli equi). Sono tesi ciascuno a 20000 N e collegati ad apparecchi tenditori di rapporto 1/3. Il peso dei contrappesi deve dunque essere di 680 kg. Allora, supponendo che i contrappesi siano in ghisa di massa volumica uguale a 7100 kg/m<sup>3</sup> e di forma cilindrica piena, le loro dimensioni possono essere le seguenti:

- Altezza 50 cm
- Diametro 50 cm

Queste dimensioni sono conferite a titolo indicativo, per dare un esempio della dimensione dei contrappesi.

#### 9.6.7.3 Antislittamento

La catenaria è regolabile, cioè si deve creare un punto fisso nel mezzo di ogni sezione di posa > 700 m o 925 m (tunnel) per evitare ogni deriva eccessiva degli equipaggiamenti.

La mensola sita al mezzo del cantone di posa è immobilizzata da un cavo della stessa natura che il cavo portatore della catenaria. Questo cavo è ancorato nella portata a monte e a valle dell'asse di antislittamento.

Si chiama "cavo di antislittamento".

Nei casi di impianti con portatore protetto, il cavo di antislittamento è ugualmente di tipo protetto.

### 9.6.8 Sezionamento a lama d'aria, Sezione di Separazione, isolatori sezione

#### 9.6.8.1 Generalità

La sezione centrale elettrificata in 2 x 2500 volt corrente alternata è alimentata da 3 sottostazioni:

- Saint Jean de Maurienne, raccordata sul posto EDF di LONGEFAN
- Modane, raccordata sul posto EDF VILLARODIN/PRAZ St-ANDRE (Modane),
- Val di Susa, raccordata sulla cabina di TERNA DE VENAUS

A Modane, i trasformatori della sottostazione sono all'aria aperta. Essi sono raccordati alle catenarie e ai feeder negativi da cavi che seguono la discenderia Modane.

I posti di trazione includono:

- i posti di messa in parallelo con autotrasformatori,
- i posti di linea (continuità fra i sottosegmenti e/o sezioni elementari)

I posti di messa in parallelo con autotrasformatori sono installati circa ogni 7 km, secondo il risultato del dimensionamento elettrico.

I posti di trazione sono comandati e controllati in situazione definitiva a distanza, dal PCC, tramite la funzione gestione dell'energia trazione.

Per ragioni di sfruttamento e di manutenzione, le catenarie sono divise in un certo numero di sezioni elementari, di lunghezza variabile, che possono essere isolate dal punto di vista elettrico.

L'isolamento elettrico fra due sezioni elementari consecutive si fa tramite il sezionamento a lama d'aria o tramite isolatori di sezione.

La loro ripartizione è definita da un schema di alimentazione e di sezionamento generale C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0.

La separazione elettrica fra due tratte di catenaria, alimentate da fonti di corrente che possono presentare differenze di fase o di tensione elettrica è assicurata dalle sezioni di separazione.

Sui raccordi fra due catenarie, la separazione elettrica è fatta tramite la sezione di separazione. In alcuni casi particolari, la separazione si fa tramite sezionamenti a lame d'aria dette "limita di settore". Per questi impianti, il portatore sarà di tipo protetto.

#### 9.6.8.2 Sezionamento a lama di aria

I sezionamenti a lama di aria sono fatti mettendo una accanto all'altra, su una certa lunghezza, le catenarie di due cantoni successivi. La continuità di captazione al passaggio del pantografo è assicurata dalla presenza della zona detta "comune" dove i piani di contatto delle due catenarie, a distanza di **0,50 m** si confondono. La continuità elettrica fra le due catenarie è assicurata, ai supporti dell'asse, da una connessione di scarto di cui le estremità sono collegate ad un apparecchio di interruzione, normalmente chiuso. Nelle zone con feeder "negativo", gli apparecchi d'interruzione della catenaria e del feeder "negativo" sono accoppiati. La manovra di questi apparecchi si fa tramite un comando unico.

Les dispositions relatives à la régularisation de la tension mécanique des conducteurs sont identiques à celles décrites à la section équipement tendeur.

I provvedimenti relativi alla regolarizzazione della tensione meccanica dei conduttori sono identici a quelli presentati nella sezione tenditore.

#### (i) Caratteristiche dell'impianto

Il sezionamento si realizza in 4 portate, sulle vie principali e nelle comunicazioni o nelle 5 portate nei tunnel.

Nel caso generale, il pilone dell'asse per i sezionamenti oppure i tenditori in 4 portate o uno dei piloni semi-asse è sdoppiato per rovesciare gli equipaggiamenti e facilitare la messa in posto degli impianti di interruzione.

Ogni semi-zona comune è seguita da una zona relativamente verticale del filo di contatto sopra il percorso del pantografo; l'insieme rappresenta la portata di rilevazione.

Questa portata comporta un isolatore composito di cui l'asse si trova a 3,00 m della sospensione della catenaria rilevata.

### 9.6.8.3 Sezioni di separazione (PCF e POC)

Questi impianti hanno lo scopo di evitare ai pantografi dei locomotori di interconnettere elettricamente due catenarie successive di cui le alimentazioni hanno fra di loro differenze di fase o di tensione elettrica.

Si distinguono così due tipi di sezione di separazione:

- le sezioni di separazione di fasi in alimentazione 25000 V CA (PCF)
- le sezioni di separazione di tensioni fra l'alimentazione di 1500 V CC / 3000 V CC e l'alimentazione 25000 V CA (POC)

Un elenco a titolo d'informazione sulle sezioni di Separazione è ripreso di seguito:

- Sezione di separazione in tensione all'entrata nel tunnel di base (sezione di separazione tensione 1500V CC /25000V CA)
- Tre sezioni di separazione di fase nel tunnel di base
- una sezione di separazione di fase all'entrata nel tunnel dell'Orsiera
- Sezione di separazione di tensione di Piana delle Chiuse (sezione di separazione 3000V CC /25000V CA)

#### ( i ) Sezioni di separazione di fase tipo (PCF)

Sono installate di fronte o nella vicinanza delle sottostazioni e dei posti di sezionamento.

L'impianto è costituito da tre sezionamenti a lama di aria.

Una segnalazione adeguata inquadra queste sezioni di separazione.

Le connessioni sono reperite sui piani dei posti di alimentazione.

#### ( ii ) Sezioni di separazione di tensione (POC)

Sono costituite da una sezione di catenaria collegata alla rotaia, di cui ogni estremità forma un sezionamento:

- da una parte con la catenaria 1500V CC, 3000V CC
- dall'altra parte con la catenaria 25000V CA

In tutti i casi, la presenza dei segnali adeguati impone che l'attraversamento di queste sezioni di separazione di tensioni, vista la presenza della catenaria messa alla rotaia, sia fatto con i pantografi abbassati.

Per limitare lo spostamento dei conduttori nei sezionamenti, le catenarie sotto tensione elettrica sono ancorate, sul lato della sezione di separazione, senza apparecchio tenditore, quanto possibile. La catenaria 25000V CA è regolata all'altra estremità da un tenditore per ogni conduttore. La distanza massima fra i tenditori e l'ancoraggio fisso è di 500 m.

I fili di contatto della catenaria 1500V CC, 3000V CC sono regolati.

La catenaria messa alla rotaia è regolata tramite un tenditore sito al lato 25000V. La catenaria alla rotaia è isolata al livello dell'asse della sezione di separazione, ogni parte essendo messa alla rotaia da una parte e dall'altra di un giunto di insolazione al livello della rotaia.

## 9.6.9 Connessioni

Vedere il piano C2B\_0036\_30-05-00\_40-01\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico collegamento

### 9.6.9.1 Generalità

I collegamenti elettrici hanno lo scopo di assicurare:

- la ripartizione della corrente fra i conduttori;
- l'alimentazione delle catenarie di fronte ai posti di trazione elettrica;
- il raccordo dei feeder
- lo scarto di sezionamento
- la continuità elettrica agli impianti e ai deviatori
- l'eventuale linea di scarto degli isolatori di sezione.
- la messa allo stesso potenziale delle code di ancoraggio.

#### 9.6.9.2 Caratteristiche delle connessioni

(i) Ripartizione del corrente fra la portante ed il filo di contatto:

La ripartizione del corrente è assicurata dai penduli di connessioni.

Particolarità

- Per gli impianti con portante protetta di grande lunghezza, l'uso dei penduli isolanti necessita di utilizzare una connessione installata di fronte ad un equipaggiamento.
- Un manigotto di giunzione per la portante protetta è utilizzato per consentire la connessione elettrica della portante al filo di contatto
- In questo caso, la distanza fra 2 connessioni di ripartizione è di 200 m al massimo.

#### 9.6.9.3 Connessioni di alimentazione, di ponte e di continuità

Sono installate di fronte ad un equipaggiamento.

Si realizzano con:

- Cavi di rame di 164mm<sup>2</sup>
- Una treccia ronda di rame di 75mm<sup>2</sup>

Connessione sul filo di contatto rilevato:

- Si realizza con il cavo di rame di 164 mm<sup>2</sup> fra il portatore ed il filo di contatto rilevato.

Connessione sul filo di contatto in presa

- Per evitare un punto duro al livello del filo di contatto nella presa, causato dal peso del cavo di 164mm<sup>2</sup> e dalla sua rigidità, il cavo di 164mm<sup>2</sup> è fissato alla sospensione rigida del tirante e raccordato alla sua estremità su un pezzo di collegamento in T fissato su un tubo del tirante. Il collegamento fra il T ed il filo di contatto si fa tramite un'ansa fatta con treccia ronda in rame di e 75mm<sup>2</sup>, punzonata sul filo di contatto da una parte e dall'altra del tirante.

Particolarità

- Per l'alimentazione dei trasformatori di tensione (Tt) per il controllo della presenza della tensione sul settore catenaria, del riscaldamento del filo (TRA), le intensità assorbite essendo deboli, il raccordo della connessione lato catenaria sarà limitato al portatore.



#### 9.6.9.4 Modalità di raccordo sui cavi

I collegamenti elettrici fra i diversi conduttori sono realizzati come segue

- Connettori aggraffati sulla portante
- connessioni a bulloni sui feeder e sulla portante protetta
- connessioni di collegamento a bulloni sul filo di contatto, aggraffate sul cavo di alimentazione

L'aggraffaggio delle connessioni si fa tramite una pressa idraulica munita di matrici idonee.

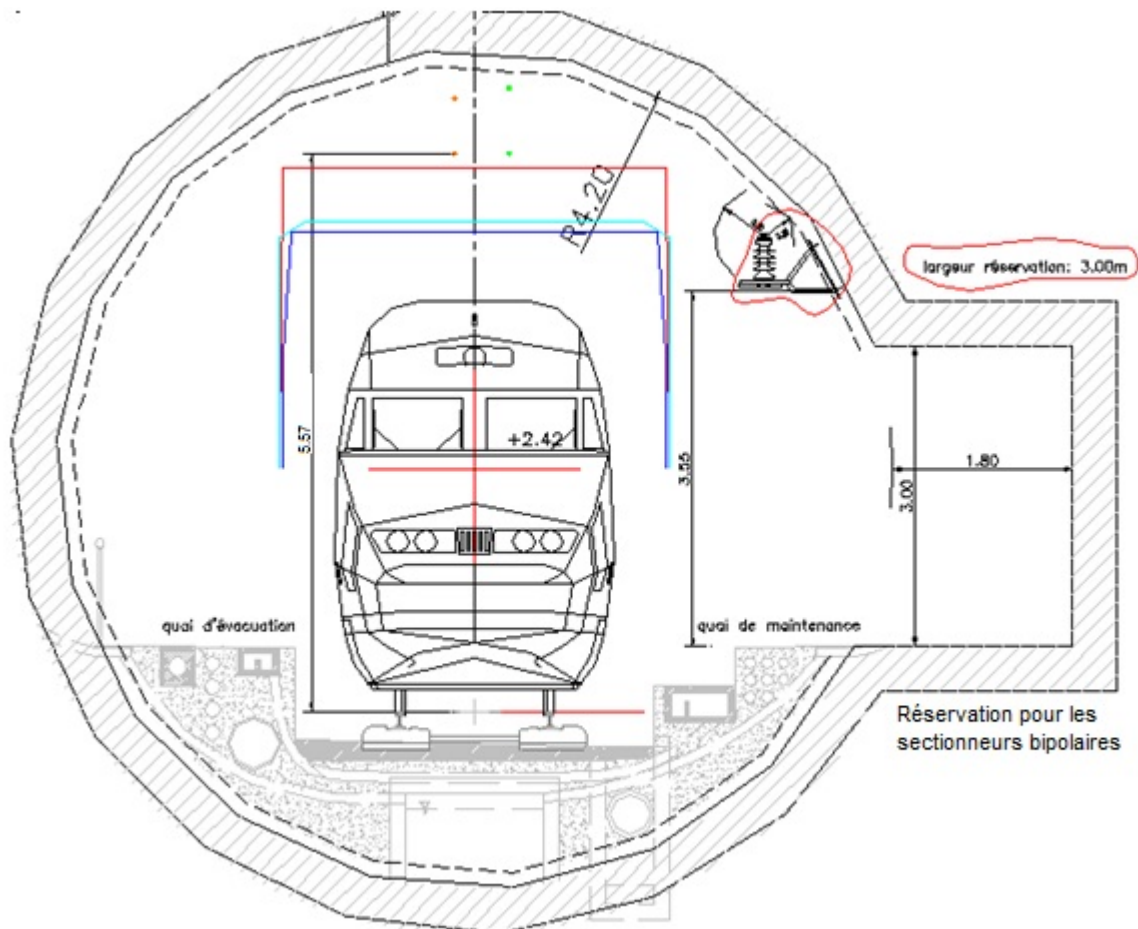
#### 9.6.10 Dispositivi di interruzione

##### 9.6.10.1 Generalità

Gli impianti d'interruzione consentono, se del caso, di sopprimere o ristabilire i collegamenti elettrici fra le linee di contatto e le fonti di energia o gli impianti connessi.

Gli apparecchi d'interruzione nel tunnel sono ubicati ogni 1665 m circa e possono distare di circa 100 m di un ramo d'interconnessione che serve all'evacuazione delle persone e ad ospitare gli impianti tecnici del tunnel

C'è un ramo di evacuazione ogni 333 metri, cioè un passo di circa 1665 m per la nicchia che sarà utilizzata per tenere gli impianti di comando nel tunnel.



**Immagini 4: Sezione trasversale dell'ipotesi effettuata nel tunnel per la posizione degli impianti di comando**

Dal 6 marzo 2006, la STI relativa al sottosistema energia prevede che i provvedimenti nel campo della messa a terra del sistema delle linee aeree di contatto devono essere integrati al dispositivo generale di messa a terra lungo la linea.

In questo ambito, è stato identificato sul documento [D-10] che lungo la linea ci sono installati sezionatori di messa a terra, ognuno a circa 10 km intervallo. Nicchie speciali si possono installare lungo la via (vedere il piano C2B\_0036\_30-05-00\_40-02\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico degli appa). Visto che ci sono più importanti di quelle schematizzate nella figura precedente, si possono applicare altre soluzioni, come per esempio il loro montaggio nelle sale per gli impianti tecnici, presente in alcuni rami.

Si possono distinguere 4 tipi principali di apparecchi:

- disgiuntori
- interruttori
- sezionatori
- sezionatori di messa a terra

( i ) Disgiuntori

Gli apparecchi d'interruzione, manovrabili al vuoto o con carico, sono destinati ad aprire o chiudere un circuito volontariamente o automaticamente.

Sono installati al suolo, nel recinto delle sottostazione e non dipendono direttamente dalla manutenzione catenaria.

( ii ) Interrupteurs / Interruttori

Vedere il piano:

- Tipologico degli apparecchi di interruzione.

Gli apparecchi d'interruzione, manovrabili al vuoto o con carico, sono destinati ad aprire o chiudere un circuito volontariamente o automaticamente.

Sono previsti da un comando elettrico. Sono installati su supporti indipendenti.

Nella parte tunnel, sono installati nelle nicchie e sono doppi (uno per catenaria, uno per feeder), con comando unico.

( iii ) Sezionatori

Ci sono apparecchi d'interruzione, manovrabili solo a vuoto, destinati ad aprire o chiudere volontariamente un circuito.

Il loro comando è elettrico, a distanza o manuale.

Possono anche servire per isolare gli interruttori della linea, per manutenzione. Sono a taglio visibile.

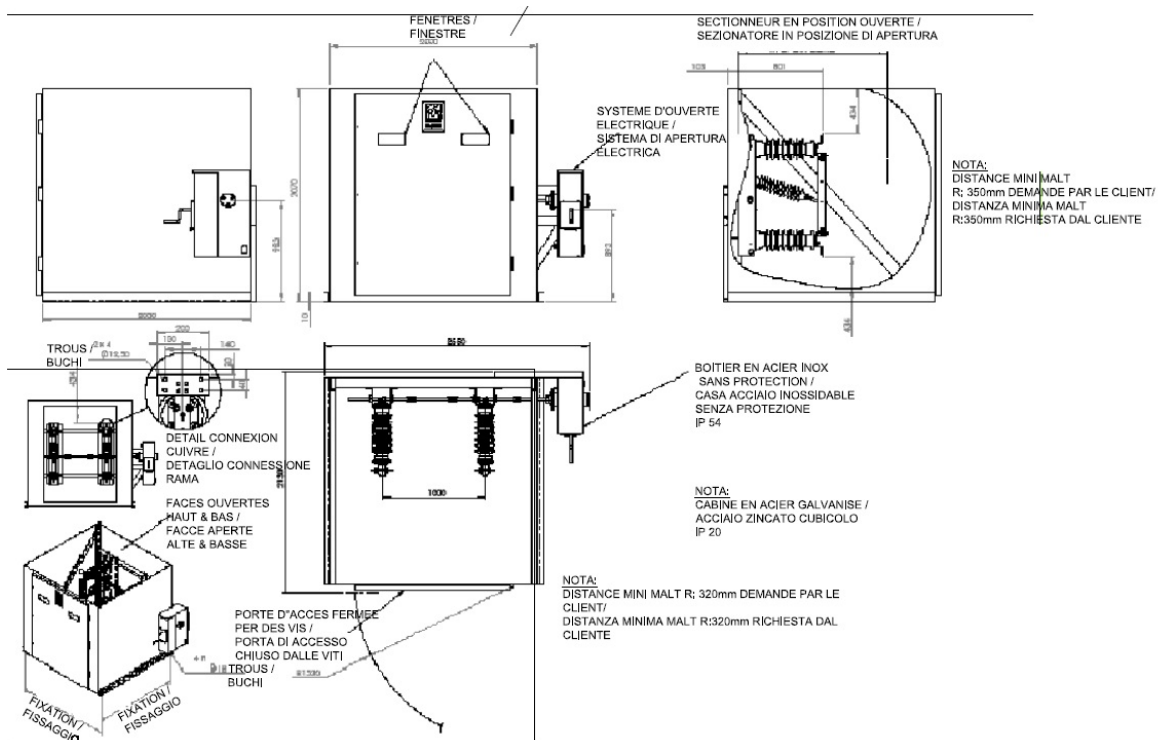
Sono installati su supporti catenaria, supporti indipendenti o quadri, secondo le necessità di sfruttamento.

Il telaio del sezionatore, il suo comando e le griglie metalliche sulle quali si deve montare l'operatore è collegato al circuito di protezione.

( iv ) Sezionatori di messa a terra

Ci sono i sezionatori che hanno di più una funzione di messa alla rotaia del circuito, per garantire una sicurezza massimale, per esempio nel caso delle operazioni di manutenzione o di evacuazione delle vie.

Sono collegati al circuito di alimentazione della catenaria e al feeder.



Immagini 5: Esempio di sezionatore con funzione di messa a terra

### 9.6.11 Protezione elettrica

Tutte le masse metalliche sono collegate al circuito di protezione (CdPA). Quest'ultimo è collegato regolarmente al cavo di terra (CdTE) tramite una morsettiera di collegamento.

## 10. REQUISITI DEI LAVORI

Per ridurre l'allungamento apparente della portante e una parte della deformazione del filo di contatto, si deve prevedere, prima della loro messa sotto tensione meccanica definitiva, una sopratensione meccanica di questi conduttori, che si deve applicare per 72 ore ed il suo valore è:

- 20% della tensione meccanica nominale per la portante
- 50% della tensione meccanica nominale per il filo di contatto.

### 10.1 Regolazione dei Tenditori

Le tolleranze applicabili alle quote di regolazione dei tenditori sono:

Valore in m	Applicazione
±0,03	Per quote Y
±0,03	Per quote X

Tabella 25: Tolleranze di impostazioni del dispositivo Tenditori

### 10.2 Penduli

La tolleranza sulla posizione longitudinale dei pendoli è di  $\pm 0,05$  m.

### 10.3 Regolazione degli equipaggiamenti

La tolleranza sull'altezza sotto il filo di contatto rispetto al piano di circolazione di fronte alla sospensione è di 0,02 m nel senso  $0 \Rightarrow + 0,02$  m.

Lo scarto di altezza fra 2 sospensioni consecutive deve essere  $\leq 0,01$  m.

La tolleranza sullo scarto verticale di altezza sotto i fili di contatto (in presa e rilievo) è di  $\pm 0,01$  m.

Per i supporti di asse, i fili di contatto devono essere nello stesso piano, parallelo al piano di circolazione di fronte alle sospensioni

La tolleranza sul disallineamento del filo di contatto è di  $\pm 0,01$  m.

Il portatore deve essere alla verticale del filo di contatto con una tolleranza di disallineamento di  $\pm 0,01$  m.

Il tirante deve essere orizzontale.

La tolleranza sulla distanza verticale fra l'asse orizzontale di rotazione del braccio di rappello e la parte di sotto il filo di contatto è di  $\pm 0,01$  m.

La tolleranza sulla posizione a consentire all'armamento secondo la temperatura è di  $\pm 0,03$  m.

## 11. APPENDICI

### 11.1 Nota sull'Altezza dei Fili di contatto della linea Nuova

Per i tunnel, il montaggio tipo Tunnel «RFF Grande vitesse 25000 Volts » è stato rifatto (esempi di applicazione : tunnel di Villejuste in Francia, linea di grande velocità CTRL in Gran Bretagna).

Per la parte in area aperta, i montaggi RFF sono rifatti .

L'altezza ritenuta di 5,57 m non è in nessun caso un impedimento alla buona captazione da un organo di raccolta del corrente sul filo di contatto.

### 11.2 Riferimenti Documentari

- APS - B32a2 3306-D Section transversale F.doc.

« Nel prossimo tunnel di base, l'altezza nominale del filo di contatto considerata finora è di 5,57 m sopra il piano di circolazione. Quest'altezza è compatibile all'ingombro dei treni di tipo "Autostrada ferroviaria" e per una distanza d'isolamento di 320 mm fra ogni pezzi a 25000 Volti e ogni pezzo di massa».

«Quest'altezza nominale non dovrà rappresentare una restrizione all'uso del tunnel da altri tipi di treni »

«Infatti, da una parte, in Francia è una pratica corrente di prevedere un'altezza della catenaria di 6,20 m almeno per i passaggi al livello. D'altra parte, nel loro stato attuale, le "Spécifications techniques d'Interopérabilité" (STI) raccomandano un'altezza compresa fra 5,00 e 5,75 m e prevedono esplicitamente (vedere l'estratto seguente) che la catenaria può essere prevista ad un'altezza superiore nel caso delle linee costruite per un servizio misto, che assicurano il trasporto di rimorchi stradali in wagon. Sarà necessario di specificare questa particolarità al "Registro delle infrastrutture", come richiesto dalle direttive europee».

- STI- Énergie

I pantografi devono accomodarsi all'altezza dei fili di contatto compresa fra 4 800 mm e 6 400 mm (vedere l'estratto STI seguente).

N°	Caractéristiques / Caratteristica	Lignes de maillage et de raccordement / Mesh e linee di collegamento	Lignes aménagées / Linee adattate
1	Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Fra 5 000 e 5 750 (1)(2)(3)	Fra 5 000 e 5 500 (1)(3)
2	Pendenza ammissibile del filo di contatto rispetto alla via e variazione ammissibile della pendenza	Norma EN 50119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2	
3	Spostamento laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'effetto del vento trasversale (mm) (3)	≤ 400	

**Tabella 26: Geometria delle linee aeree di contatto per i sistemi a corrente alternata**

1. Sulle linee di mesh e di collegamento che assicurano un traffico misto, passeggeri e merci, utilizzate per il camminamento dei rimorchi ad ingombro sopradimensionato, l'altezza del filo di contatto può essere superiore a condizione che il pantografo sia adatto per assicurare la captazione del corrente nella qualità specificata e con la

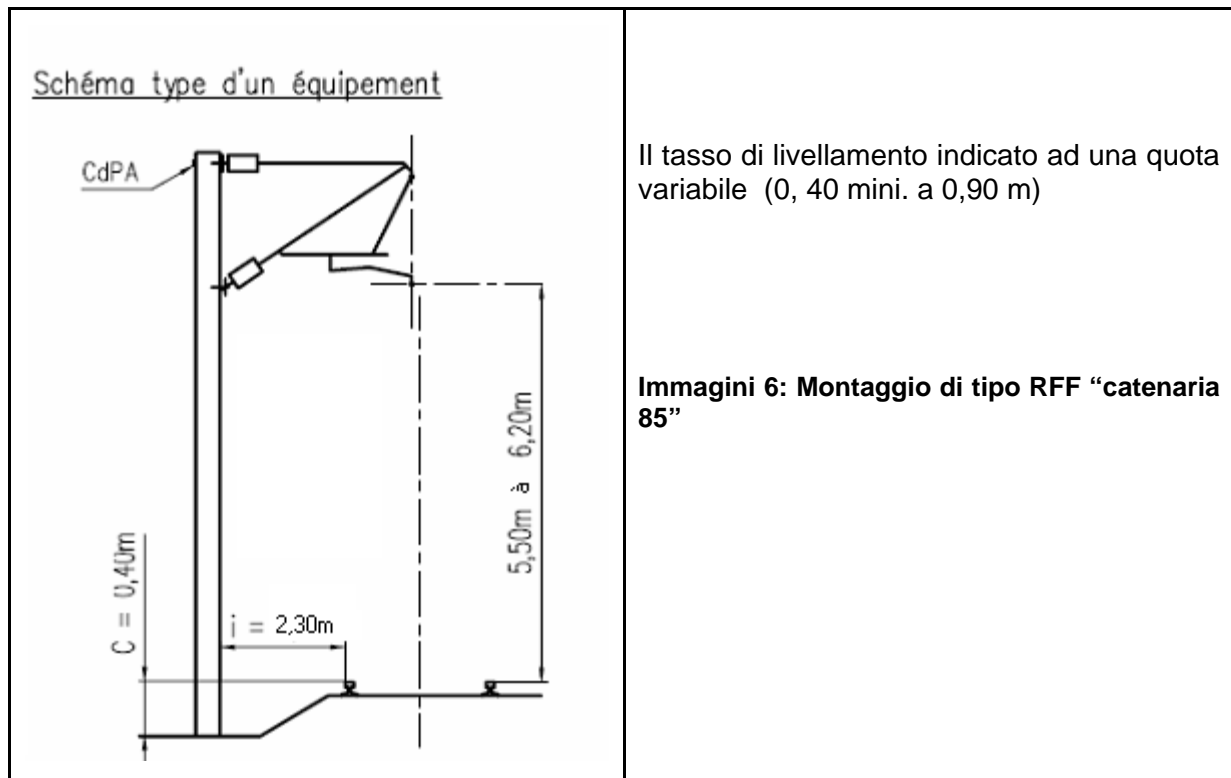
riserva che lo sviluppo del pantografo sia sufficiente ai sensi delle prescrizioni del paragrafo 5.3.2.5.

2. L'altezza delle linee aeree di contatto ai passaggi al livello sarà determinata secondo le prescrizioni nazionali vigenti.
3. L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento a prendere in considerazione sono definite nel Registro dell'Infrastruttura definito nell'Allegato D della presente STI.

### 11.2.1 Regolazione dei pantografi

I pantografi devono essere capaci di funzionare ad altezze dei fili di contatto comprese fra 4800 mm e 6400 mm.

### 11.2.2 Altezza del filo di contatto standard RFF



L'altezza standard del filo di contatto RFF è di 5,50 m altezza nominale a 6,20 m dall'altezza massima di fronte alla sospensione catenaria d'inquadratura di un passaggio al livello. Si deve menzionare che gli Standard RFF sono in accordo ai valori richiesti nel decreto interministeriale francese del 17 maggio 2001 emendato in aprile 2002.

### 11.3 Montaggio Tunnel Riferimento francese RFF

Il montaggio tipo «Tunnel RFF linea LGV 25000 Volts CA» è stato rifatto sul progetto LTF (vedere Immagini 2).

Questo riferimento è stato riprodotto sulle linee di grande velocità in Gran Bretagna  
Esempi di applicazione

- Tunnel di Villejuste (ecc....) in Francia

- CTRL & Eurotunnel in Gran Bretagna

L'elenco dei documenti applicabili è indicato nel quadro regolamentare con il riferimento « Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE ».

Il « **prossimo offerente** del sottosistema catenaria » avrà il ruolo di fare i test descritti di seguito (o di fornire la copia dei rapporti dei test già fatti nell'ambito di altri progetti) :

- Resistenza meccanica delle mensole in un ambito chiuso (tunnel)
- Deformazioni residuali
- Test di fatica
- Testi elettrici
- Test di tenuta al fuoco
- C.E.M. (Compatibilità elettromagnetica): reazione dell'armamento rispetto alle perturbazioni relative al campo elettrico.

## **PARTIE REDIGEE EN FRANCAIS**



## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Extrait du nouveau schéma de ligne / Anteprema della nuova linea diagramma - Layout 2035 D+F Rev.0 .....	53
Figure 2: Exemple d'armement type tunnel LTF .....	59
Figure 3: Exemple de répartition d'une portée de 50,00 m .....	77
Figure 4: Coupe type de la réservation faite dans les tunnels pour l'emplacement des appareils de coupure.....	83
Figure 5: Exemple de sectionneur avec fonction de mise à la terre.....	85
Figure 6: Montage RFF type « Caténaire 85 ».....	88

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Notification de l'impact des hypothèses sur le domaine de la caténaire / Notifica degli effetti di ipotesi sul dominio della catenaria .....	58
Tableau 2: Composition des conducteurs de la caténaire demandée par le dimensionnement électrique 2010 par comparaison avec les conducteurs utilisés lors de l'APR 2006 .....	58
Tableau 3: Electrification des caténaires Système Souple .....	62
Tableau 4: Caractéristiques géométriques / Caratteristiche geometriche.....	65
Tableau 5: Caractéristiques Constructives.....	66
Tableau 6: Critères statiques de l'élasticité du Système caténaire .....	67
Tableau 7: Critères dynamiques .....	67
Tableau 8: Critères de qualité de captation du courant.....	68
Tableau 9: Caractéristiques du porteur .....	69
Tableau 10: Caractéristiques du fil de contact .....	69
Tableau 11: Caractéristiques du Feeder .....	69
Tableau 12: Caractéristiques des CdPA en Tunnel .....	69
Tableau 13: Caractéristique du CdTE en Tunnel .....	70
Tableau 14: Caractéristiques du CdPA en Extérieur.....	70
Tableau 15: Tension mécanique des conducteurs régularisés .....	70
Tableau 16: Tension des conducteurs non régularisés à la Température Moyenne .....	70
Tableau 17: Distances minimales d'isolement à respecter .....	71
Tableau 18: Formule de Pression dynamique de base.....	72
Tableau 19: Valeurs: Vitesse de Vent, Pression Dynamique.....	73
Tableau 20: Plage de températures de fonctionnement des appareils tendeurs .....	73
Tableau 21: Manchon de glace .....	74
Tableau 22: Charge accidentelle de neige.....	74
Tableau 23: Pollution Atmosphérique .....	74
Tableau 24: Portée standard Caténaire Ligne Nouvelle .....	75
Tableau 25: Tolérances des côtes de réglages des appareils Tendeurs.....	85
Tableau 26: Géométrie des lignes aériennes de contact pour les systèmes à courant alternatif.....	87

## GLOSSAIRE / GLOSSARIO

AF	Autoroute Ferroviaire / Autostrada ferroviaria
APR/PD	Avant Projet de Réalisation / Progetto Definitivo
APS/PD	Avant Projet Sommaire / Progetto Definitivo
BT	Basse Tension / Tensione bassa
CA	Courant Alternatif / Corrente alternata
CC	Courant Continu / Corrente continua
CdPA	Câble de Protection Aérien / Cavo di Protezione Aereo
CdTE	Câble de Terre Enterré / Cavo di terra sepolto
CEM	Comptabilité Electromagnétique / Contabilità elettromagnetica
CEI	Commission Electrotechnique Internationale / Commissione elettrotecnica internazionale
EN	Norme Européenne / Norma europea
E/S	Entrées/Sorties / Entrate/uscite
FC	Fil de Contact / Filo di contatto
HFC	Hauteur Fil de Contact / Altezza filo di contatto
HT	Haute Tension / Alta tensione
IMP	Interrupteur de Mise en Parallèle / Commutatore di messa in parallelo
CIG	Commission Intergouvernementale / Commissione intergovernativa
L.G.V.	Ligne à Grande Vitesse / Linea ad alta velocità
LTF	Lyon Turin Ferroviaire / Lione Torino Ferroviaria
MALT	Mise à La Terre / Messa alla terra
PCC	Poste de Commande Centralisé / Posto di comando centralizzato
Pk	Point kilométrique / Punto chilometrico

PMP	Poste de Mise en Parallèle / Posto di messa in parallelo
PMR	Plan Moyen de Roulement / Piano medio di rotolamento
POC	Posti di confine (= SSP, section de séparation)
RFF	Réseau Ferré de France
RFI	Réseau Ferré Italien
SAS	Schéma d’Alimentation et de Sectionnement / Schema di trazione elettrico
SI	Système International / sistema internazionale
STI	Spécifications techniques d’Interopérabilité / Specifiche tecniche d’interoperabilità
TD	Appareil Tendeur (TD) / Apparecchio tenditore
TGV	Train à Grande Vitesse / Treno ad alta velocità
UIC	Union Internationale des Chemins de fer / Unione internazionale delle ferrovie

## 1. PREAMBULE

Dans le cadre du projet de révision des études préliminaires, nous resituons le contexte du projet LTF.

La caténaire de la ligne nouvelle Lyon Turin Ferroviaria est principalement alimentée en 2x25000V CA - 50Hz. Ce système constitue une ligne de transport d'énergie à 50 000 V CA et comprend:

- Des sous-stations équipées de transformateurs qui délivrent aux bornes du secondaire une tension de 50000 V CA. L'une des bornes est reliée à la caténaire, l'autre à un feeder dit "feeder négatif", le point milieu du secondaire étant relié au rail.
- Des postes munis d'autotransformateurs, dont la fonction sont de transformer cette tension de 50000 V CA et les courants qui en sont issus en tension de 25000 V CA utilisable par les engins moteurs.
- Des appareils d'interruption qui assurent la coupure conjuguée de la caténaire et du feeder le long de la ligne en cas de nécessité. Depuis le 6 mars 2008, la STI relative au sous système énergie stipule qu'une fonction de mise à la terre doit aussi être intégrée.
- Des sections de séparation de phases ayant pour but d'éviter, aux pantographes, l'interconnexion électrique de 2 caténaires successives, dont les alimentations présentent des différences de phases.
- Des caténaires alimentées en 25000 V CA, dont en extérieur les poteaux supportent le feeder négatif. Dans la partie tunnel le feeder négatif est placé sur des chaises fixées en position latérale sur le tympan de la voûte du tunnel.

Les lignes historiques sont alimentées en 1 500 Volts CC coté France et en 3 000 Volts CC coté Italie.

## 2. OBJET

Ce document a pour but de mettre en relief les différentes mises à jour du projet LTF depuis l'APR 2006 jusqu'à ce jour, le 26 avril 2010. Cette révision du Projet Préliminaire (RPP) est rendue nécessaire par le changement de tracé principalement en Italie et par les révisions de sécurité transmises par la CIG, la STI et le lot C1 du projet LTF.

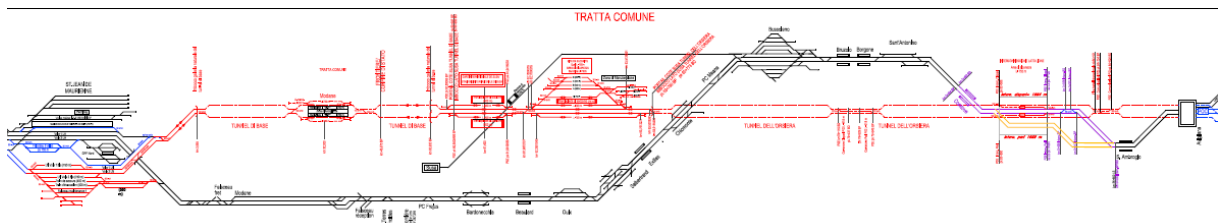


Figure 7: Extrait du nouveau schéma de ligne / Anteprema della nuova linea diagramma - Layout 2035 D+F Rev.0

L'objet de ce document est de réviser le Projet Préliminaire et d'évaluer l'impact technique par rapport aux documents rédigés précédemment.

Dans cette optique et suite à l'analyse des diverses modifications, nous définirons les impacts sur la Caténaire au travers de 3 grands axes:

- Description du changement de tracé et/ou de mise aux normes de sécurité
- Impact sur les installations caténares
- Modifications envisagées pour répondre aux nouvelles directives

Une estimation de coûts incluant ces différentes modifications est traitée dans le document C2B\_0038\_30-05-00\_80-01\_STIMA COSTI\_2.

Il est à préciser que le présent document traite uniquement des points divergents de l'Avant-Projet de Référence (2006) suite aux modifications relevées dans le chapitre 5. Les sujets non traités dans ce document sont considérés comme toujours en cours de validité.

### 3. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents pris comme référence sont:

- [D - 14.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Cahier des Charges Techniques Simplifié (CCTS). REF. APR B3/ TS2 0050 B APNOT.
- [D - 15.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – CATENAIRES : prescriptions générales caténares. REF. APR B3/ TS2 0202 E APNOT.
- [D - 16.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Généralités sous stations électriques –Traction schéma général des alimentations et du sectionnement coté français. REF. APR B3/ TS2 0280 B APPLA
- [D - 17.] Avant Projet de Référence (APR) –Equipements ferroviaires et non ferroviaires – Généralités sous stations électriques –Traction schéma général des alimentations et du sectionnement coté italien. REF. APR B3/ TS2 0201 C APPLA
- [D - 18.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Cahier des Charges Techniques Partie générale (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Capitolato Tecnico – Parte generale) – Référence PP2-DEP-LTF-0003-A-AP-NOT
- [D - 19.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Cahier des Charges Technique Détaillé - Lot C2 Équipements (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Capitolato Tecnico Dettagliato Lotto C2 Impianti) – Référence PP2-TEC-LTF-0001-A-AP-NOT
- [D - 20.] MODIFICATION DES DISPOSITIONS DE SECURITE; CAHIER DES CHARGES DES OPTIONS (MODIFICA DELLE DISPOSIZIONI DI SICUREZZA; CAPITOLATO TECNICO DELLE OPZIONI) Référence PPR-GEN-LTF-0013-0-AP-NOT
- [D - 21.] Dossier Guide Du Projet Préliminaire – Note méthodologique Caténaire du 03/12/2009
- [D - 22.] Spécification technique d'Interopérabilité (STI) C(2007) 6450

- [D - 23.] Spécification technique d'Interopérabilité relative au sous système énergie (STI) C(2008) 807
- [D - 24.] COMMISSION INTERGOUVERNEMENTALE POUR LA NOUVELLE LIGNE FERROVIAIRE – Critère de sécurité de l'exploitation – Projet Global- 21 Féb 2010
- [D - 25.] Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE (Presentazione 44 NORME TECNICHE - Volume 1 – QUADRO REGOLAMENTARE)
- [D - 26.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Schéma d'Alimentation et de Sectionnement (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Schema di Trazione Elettrico) – Réf. C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0
- [D - 27.] REVISION DES ETUDES DE PROJET; Note technique sur le dimensionnement de la ligne de contact (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Relazione tecnica del dimensionamento della linea di contatto) – Réf. PP2\_C2B\_TS3\_0033\_0\_PA (C2B.//.//.30.01.00.11.01)

#### **4. PRESENTATION GENERALE DU PROJET LYON TURIN FERROVIAIRE**

Le projet LYON TURIN se décompose en trois tronçons ayant chacun une maîtrise d'ouvrage propre :

- La partie française Lyon - St Jean de Maurienne sous responsabilité de RFF.
- La section internationale St Jean de Maurienne - Piana delle Chiuse confiée à LTF.
- La partie italienne Piana delle Chiuse - Ordassano sous responsabilité de RFI.

Les caractéristiques générales de la ligne définies dans l'APS/PP sont les suivantes :

- Trafic mixte, voyageurs et fret.
- Conçue pour une vitesse maximale de 250 Km/h.
- Exploitée à 220 Km/h à la mise en service.
- Voies banalisées.
- Électrifiée en 2 x 25000 Volts CA.
- Pentés et rampes maximales pour la voie de 12 mm/m.

La section internationale est inter opérable au sens des Spécifications Techniques d'Interopérabilité (STI) Grande Vitesse en vigueur.

## 5. MODIFICATIONS IDENTIFIEES ET IMPACT SUR LA CATENAIRE

Nous listons les modifications dans le tableau ci-dessous en notifiant l'impact de celles-ci sur la caténaire:

Identifiant / Identificatore	Modifications / Modificazione	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire/ Impatto sul catenaria
<b>Partie Italienne / Partito italiano</b>			
[M-1.]	Disparition du viaduc, du tunnel de Bussoleno, de l'interconnexion avec la ligne historique à Bruzolo, de la base de maintenance à Bruzolo ainsi que de l'arrivée en gare historique de Bruzolo	Tracé	Equipements sur Viaduc supprimés
[M-2.]	Rallongement du tunnel franco-italien (tunnel de base), jusqu'à la plaine de Susa	Tracé	Ajout d'équipements
[M-3.]	Croisement de la ligne historique en gare à Val di Susa	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-4.]	Création d'une nouvelle gare en surface à Val di Susa (niveau 0) dédiée à cette ligne.	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-5.]	Franchissement d'un pont au-dessus de la Dora Riparia à Val di Susa	Tracé	Etude du système de fixation caténaire à mettre en place
[M-6.]	Création d'une nouvelle base de maintenance en surface à Val di Susa, dédiée à cette ligne (en remplacement de celle de Bruzolo)	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-7.]	Création du nouveau site de sécurité en surface, dédié à cette ligne, à Val di Susa	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-8.]	Création du PCC Italien dédié à cette ligne, en surface, à Val di Susa	Tracé	Non
[M-9.]	Arrivée de l'énergie à Val di Susa	Tracé	Non
[M-10.]	Création de bâtiments administratifs et techniques (circulations...) à Val di Susa	Tracé	Oui seulement si fixation possible sur les bâtiments
[M-11.]	Création du tunnel de l'Orsiera	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-12.]	Sortie du tunnel en tranchée ouverte à Piana delle Chiuse	Tracé	Révision du plan de piquetage et du système de fixation
[M-13.]	Interconnexion en tranchée ouverte avec la ligne historique Piana delle Chiuse	Tracé	Révision du plan de piquetage et du système de fixation
[M-14.]	Création du site de sécurité Comba à Piana delle Chiuse	Tracé	Révision du plan de piquetage



Identifiant / Identificatore	Modifications / Modificazione	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire / Impatto sul catenaria
[M-15.]	Déplacement de la ligne historique et de sa gare à la sortie du tunnel de l'Orsiera en tranchée ouverte à Piana delle Chiuse	Tracé	Révision du plan de piquetage et du système de fixation
[M-16.]	Transformation du site d'intervention de la Praz en site de sécurité	CIG	Révision du plan de piquetage
[M-17.]	Transformation du site d'intervention de Val Clarea en site de sécurité	CIG	Révision du plan de piquetage
<b>Tunnels de la ligne / Galleria</b>			
[M-18.]	Réduction de l'espacement entre les rameaux	CIG	Révision du plan de piquetage
[M-19.]	Modification de la surface et aménagement des rameaux	CIG	Prévision de la mise en place des sectionneurs MaLT
[M-20.]	Modification de typologie des rameaux et de leur répartition	CIG	Révision du plan de piquetage
[M-21.]	Les tunnels sur tout l'ensemble de la ligne ont les mêmes caractéristiques (répartition, dimensions...) : tubes, rameaux, profils etc.	Tracé	Révision du plan de piquetage
[M-22.]	Longueur de tirs plus longue (1665m)	Tracé	Révision du plan de piquetage
<b>Tunnels de Base / Tunnel di base</b>			
[M-23.]	Création de refuges en descenderies		Non
[M-24.]	Déploiement d'équipements de sécurité en descenderies	C1	Non
[M-25.]	Transformation des sites d'intervention La Praz et Val Claréa en sites de sécurité		Révision du plan de piquetage
[M-26.]	Le site de sécurité de Modane Bis reste tel qu'il a été conçu dans les révisions du projet préliminaire		Non
[M-27.]	Modification des exigences Télécoms en descenderie	C1	Non
<b>Tunnel de l'Orsiera / Tunnel dell Orsiera</b>			
[M-28.]	Configuration identique à celle du tunnel de base à part la mise en place d'une communication entre les deux tubes.	Tracé	Révision du plan de piquetage
<b>Ensemble de la ligne / Ligna</b>			
[M-29.]	Nouvelle composition des conducteurs de la caténaire	Dimensionnement de la ligne de contact	Choix de nouveaux câbles conducteurs pour la caténaire

Identifiant / Identificatore	Modifications / Modificazione	Origine / Origine	Impacts sur la caténaire / Impatto sul catenaria
<b>Hypothèse retenue / Assunzione</b>			
[H- 1.]	Les sites de sécurité de La Praz, Val Clarea et St. Martin La Porte seront structurés à l'image de Modane Bis sans ses voies d'évitement et de garage.		Révision du plan de piquetage

**Tableau 27: Notification de l'impact des hypothèses sur le domaine de la caténaire / Notifica degli effetti di ipotesi sul dominio della catenaria**

## 6. DETAIL DES CHANGEMENTS IMPORTANTS

### 6.1 Composition des conducteurs émise par le nouveau dimensionnement électrique

Dans le cadre du RPP, le département énergie a émis une nouvelle composition minimale des câbles conducteurs suite à des calculs de dimensionnement électrique. Le département caténaire doit alors choisir des câbles dans le matériau proposé et avec une section égale ou supérieure à celle demandée. Il devra aussi s'assurer de la compatibilité mécanique du nouvel ensemble.

Le tableau suivant montre la demande du département énergie par comparaison avec les conducteurs utilisés lors de l'APR 2006:

	Caténaire /Catenaria			
	APR		RPP	
	Matériau /Materiale	Section /Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale	Section /Sezione (mm <sup>2</sup> )
Fil porteur /Fune portante	Bronze /Bronzo	182	Cuivre /Rame	155
Fil de contact /Filo di contatto	Cu-Mg	150	Cuivre /Rame	150
Feeder -25 kV	Cuivre /Rame	307	Cuivre /Rame	307
CdPa /Corda di terra aerea	Aluminium /Alluminio	2x147	Aluminium /Alluminio	2x147
Câble de MALT enterré /Corda di terra interrata	Cuivre /Rame	95	Cuivre /Rame	95

**Tableau 28: Composition des conducteurs de la caténaire demandée par le dimensionnement électrique 2010 par comparaison avec les conducteurs utilisés lors de l'APR 2006**

De plus, depuis le 6 mars 2008, la STI relative au sous système énergie stipule que les dispositions en matière de mise à la terre du système de lignes aériennes de contact doivent être intégrées dans le dispositif général de mise à la terre le long de la ligne.

Dans ce cadre, il a été identifié sur le document [D-13] que des sectionneurs de mise à la terre seront installés le long de la ligne à environ 10km d'intervalle chacun.

### 6.2 Espacement des rameaux

Pour des raisons de sécurité, sur l'ensemble des tunnels de la section LTF, les rameaux sont espacés de 333 mètres à l'exception des zones de sécurité et sites d'intervention où l'espacement est de 50 mètres.

### 6.3 Croisement ligne nouvelle – ligne historique

Quelques kilomètres de la ligne historique vont être modifiés au niveau de la sortie du tunnel de l'orsiera, à Piana delle Chiuse. Ceci afin de créer un raccordement avec la ligne nouvelle.

## 7. MODIFICATIONS ENVISAGEES SUR LA CATENAIRE

L'ensemble des conducteurs est plus léger que celui utilisé lors de l'APR, l'architecture du système de suspension de la caténaire ne nécessite donc pas d'être modifié. De plus, les différentes modifications de tracés ne sont pas fondamentales vis-à-vis de la caténaire. Alors, nous ne préconisons pas un changement de matériel à mettre en place. Les installations caténares seront du même type que celles décrites dans le cadre de l'APR PD (Cf. 0202 - B3-01-01-00-03-01-D CATENARIA Prescrizione generale I) réalisé en 2006.

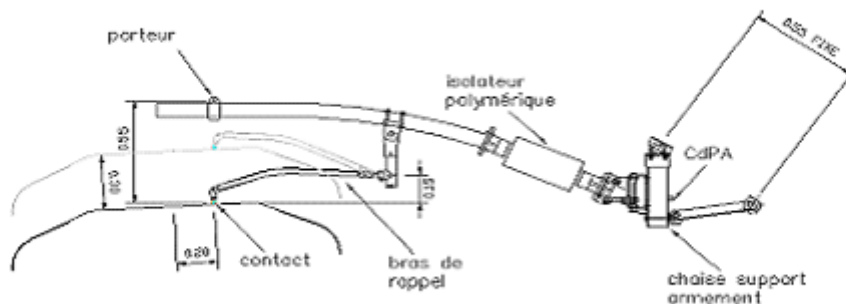


Figure 8: Exemple d'armement type tunnel LTF

Cependant l'architecture du pont de la Dora n'est pas encore figée. Sur cet ouvrage, la fixation des armements sera peut-être différente du reste de la ligne.

Face aux différentes modifications citées dans ce document, nous pouvons lister les points qui nécessiteront une attention particulière lors de la phase détaillée de révision du projet. Nous distinguons les 3 zones suivantes: voies sous tunnel, voies hors tunnel et voies relativement à l'ensemble de la ligne.

### 7.1 Voies sous tunnel

Points particuliers à prendre en compte dans l'étude détaillée:

- Le positionnement des niches d'accueil pour interrupteurs. Elles doivent être situées aux nouveaux emplacements des zones de sectionnement.
- Pour répondre aux nouvelles exigences de STI relative au sous système énergie, la mise en place de sectionneurs de mise à la terre est à prévoir. Ils devront notamment être conformes aux normes EN 50119:2001 et EN 50122-1:1997.
- Des niches spéciales adaptées aux sectionneurs de mise à la terre (mise au rail) doivent être prévues.
- Les installations caténares (ex: Appareils Tendeurs, niches d'accueil pour interrupteurs) ne doivent pas entraver l'accessibilité aux rameaux afin d'assurer l'évacuation des personnes dans les conditions de sécurité réglementaires. Le plan de piquetage devra prendre en compte la position des ouvertures de rameaux.
- La mise en place de nouvelles descenderies et des pieds de descenderies peuvent éventuellement s'interfacer avec le matériel composant la caténaire.
- Le calcul des structures devra tenir compte de l'effet de souffle au niveau des bouches de descenderies dans le tunnel.

- L'ensemble des gabarits (isolement, pantographe, matériel roulant..) doivent être dégagés.
- Les distances d'isolement avec les nouveaux appareillages (antennes télécom, signalisation...) doivent être respectées

**Remarque:**

Du fait de la réduction de l'espacement entre les rameaux, la mise en place des appareils tendeurs à contrepoids pourrait être un problème car ces équipements sont relativement importants. Une solution à étudier serait d'utiliser des vérins hydrauliques. Ils sont plus coûteux mais présentent quelques avantages:

- Ils sont contrôlés à distance
- Ils peuvent donner une alerte en cas de rupture de fil
- Ils sont peu encombrants (pas de poulies ni contrepoids)
- Ils ont déjà été testés pour le tunnel sous la manche

## 7.2 Voies hors tunnel

Points particuliers à prendre en compte dans l'étude détaillée:

- Le plan de piquetage sera à reprendre en fonction du nouvel emplacement des sections de séparation.
- Le système de fixation des armements sera adapté en fonction de l'architecture de la tranchée ouverte à Piana delle Chiuse.
- Pour le pont de la Dora, le système de fixation des armements sera à étudier en fonction de l'architecture de l'ouvrage et de la chartre architecturale associée.
- Les caténaires type "voies secondaires" seront identiques à celles équipant la gare de St Jean de Maurienne.

## 7.3 Voies relatives à l'ensemble de la ligne LTF

Points particuliers à prendre en compte dans l'étude détaillée:

- Du fait de l'utilisation de nouveaux conducteurs, leur tension mécanique devra être revue en conséquence. La régularisation de la tension mécanique indépendante pour porteur et pour fil de contact devra être conforme aux normes EN 50119 et UIC 799.
- Le calcul de pendulage devra être réalisé avec les nouveaux conducteurs de la caténaire.
- Les différentes griffes et pinces devront s'adapter aux nouvelles sections des conducteurs.

# 8. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES

L'électrification du tronçon de ligne à grande vitesse devra respecter les prescriptions suivantes :

## 8.1 Vitesse de Circulation

L'électrification devra être conçue selon les points ci-après :

- Une vitesse de circulation de 220 Km/h en tunnel.
- Le système caténaire sera conçu pour une vitesse étude de 250 Km/h
- Le système caténaire retenu est du niveau II au sens de la STI.

## 8.2 Système d'alimentation

Le système d'alimentation est spécifié dans le document suivant :

- REVISION DES ETUDES DE PROJET; Schéma d'Alimentation et de Sectionnement (REVISIONE DELLA PROGETTAZIONE; Schema di Trazione Elettrico) – Réf. C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0

## 8.3 Cadre réglementaire

Les installations d'électrification devront répondre en particulier à la réglementation suivante :

- Les spécifications et versions provisoires des spécifications EURONORM (EN),
- Les Spécifications techniques d'interopérabilité pour le sous-système d'énergie du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse
- Recommandations U.I.C.

La liste des documents applicables est indiquée dans le cadre réglementaire référencé « Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE »

## 9. TYPOLOGIE DE L'ELECTRIFICATION

### 9.1 Systèmes caténares retenus


Le référentiel en aérien est le système caténaire RFF/SNCF mis en œuvre sur les lignes à grande vitesse en France (LGV EF 310024) : Ligne Aérienne de Contact à un fil, de type polygonal, équipé avec bras de rappel et régularisation de la tension mécanique des conducteurs.

Pour les parties en tunnel, le référentiel est le système Channel Tunnel Rail Link (CTRL), mis aussi en œuvre pour le Tunnel sous la Manche (Eurotunnel). Basé sur une console monotube en tension, il est bien adapté à l'équipement des tunnels de faible gabarit.

Concernant les voies de raccordement avec la ligne historique du côté italien, le référentiel est la « caténaire type SNCF 85 » présenté dans les documents de phases de Bruzzelo lors de l'APR de 2006.

Pour rappel, le système de caténaire souple est décrit dans le tableau ci-dessous:

Critères Techniques / Criteri Tecnico	Système de caténaire Souple / Sistema di catenaria flessibile
La vitesse commerciale est de 220 Km/h La vitesse d'étude du système caténaire est de 250 Km/h	Pas de problème d'utilisation à la vitesse prévue avec une caténaire à grande vitesse.
Isolement Électrique Distance à la masse 320 mm	L'encombrement caténaire peut être de <b>500 mm</b> entre le câble Porteur et le fil de Contact.

Critères Techniques / Criteri Tecnico	Système de caténaire Souple / Sistema di catenaria flessibile
	
Référentiel de Montage	Le système flexible a pour référentiel la voie.
Piquetage de la ligne	Les fixations caténares seront tous les <b>30,00 m</b> à l'exception des fixations intermédiaires de chevauchement et sectionnement (15 % des fixations à placer environ à 1,00 m). La longueur des tirs sera de 1800 m maximum.
Découpage mécanique	Le découpage mécanique est d'environ <b>1850 m</b> .
Souplesse du système	Le référentiel RFF correspond aux critères STI notamment sur le nombre d'arc acceptable
Encombrement du système	L'encombrement du système souple devrait respecter les distances isolement et s'intégrer avec les autres systèmes.
Section de Séparation de Phase	Il existe des systèmes de section séparation long ou court.

**Tableau 29: Electrification des caténares Système Souple**

## 9.2 Critères de conception du système caténaire

### 9.2.1 Caractéristiques constructives de conception

La caténaire du tronçon à grande vitesse devra respecter les caractéristiques de conception et de construction détaillés dans le tableau ci-dessous :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
Gabarit Cinématique du Matériel Roulant	<ul style="list-style-type: none"> <li>STI énergie</li> </ul>	Voir Tableaux « Profil de l'archet Pantographe STI unifié »

### 9.2.2 Caractéristiques géométriques

La caténaire du tronçon à grande vitesse devra respecter les caractéristiques géométriques reprises dans le tableau ci-dessous :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
<p>Hauteur du Fil de Contact (HFC)                      La ligne est considérée comme une ligne adaptée par rapport à la recommandation STI</p>	Gabarit : AF plan réf : 3306 3340 STI énergie UIC 794 UIC 799	Définis par LTF - HFC sur tous les tronçons <ul style="list-style-type: none"> <li>5,57 m (cf. annexe « Note sur la Hauteur des FC »)</li> </ul>
Espace Minimal Nécessaire pour les soulèvements du pantographe	STI énergie EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>300 mm soit le double du soulèvement maximal du pantographe (voir annexe Exigences relatives à l'interaction, système électrifiés en alternatif)</li> </ul>
Désaxement	UIC 799	Voie courante – tunnels - viaducs : <ul style="list-style-type: none"> <li>Alignement + ou – 200 mm,</li> <li>Courbe 240 mm maxi</li> </ul> Gare- dépôt : <ul style="list-style-type: none"> <li>Alignement + ou – 200 mm,</li> <li>Courbe 300 mm maxi</li> </ul>
Variation de la hauteur du fil de contact par rapport à la voie : Si une variation de la hauteur du fil de contact est nécessaire aux extrémités du tronçon, pour se raccorder à une hauteur	EN 50119 STI énergie UIC 794 UIC 799	Voie courante – tunnels - viaducs : Pente maximum (°/°)= 0 Variation maximum de la pente (°/°)=0 Gare- dépôt :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
différente, cette transition devra se réaliser dans des zones à vitesse de circulation réduite ou zones d'arrêt de trains.		Pente maximum (°/°)=0 Variation maximum de la pente (°/°)=0
Encombrement Standard du système	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En Tunnel : de 0,35 à 0,60 m (à adapter en fonction de la variation de section de tunnel).</li> <li>• A ciel ouvert ou tranchée ouverte : 1,40 m.</li> <li>• Sectionnements à ciel ouvert : <b>1,40m à 2,00 m</b>.</li> <li>• Sectionnements en tunnel : <b>0,35m à 0,55 m</b> (à encombrement adapter en fonction de la variation de section de tunnel).</li> <li>• Cas particulier du pont de la Dora: l'encombrement sera calculé à partir des contraintes architecturales et de construction du pont.</li> </ul>
Tolérance sur la hauteur du fil de contact, de suspension à suspension.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UIC 794</li> <li>• UIC 799.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• + ou - 10 mm (<b>tolérance de montage applicable à la réalisation in situ</b>)</li> </ul>
Tolérance sur la hauteur du fil de contact mesurée entre deux suspensions consécutives, quand, par construction, cette hauteur du fil de contact doit être constante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UIC 794</li> <li>• UIC 799.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 +10 mm (<b>tolérance de montage applicable à la réalisation in situ</b>)</li> </ul>
Portée Maximum de piquetage standard	La valeur recommandée, en tenant compte des prescriptions de la norme UIC 799 est de <b>60 m</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ciel ouvert : <b>55 m</b>.</li> <li>• En tranchée ouverte : <b>60 m</b>.</li> <li>• En tunnel : 50 m (le critère majorant est le gabarit du tunnel).</li> <li>• A ciel ouvert (zone ventée) : 50 m.</li> <li>• Pour des raisons de commodités et de construction le pas des portées pour la caténaire tunnel LTF est multiple de <b>5,00 m</b> en utilisation standard.</li> <li>• Pour les types de caténaires RFF en extérieures, le pas est</li> </ul>



Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
		multiple de 5,00 m et 4,50 m pour la « caténaire type 85 ».
Balancement du fil de contact sous l'effet d'un vent transversal en milieu de portée	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximum &lt; ou égale à <b>400 mm</b>.</li> </ul>
Balayage latéral horizontal du fil de contact sur 100 m de longueur	UIC 794 UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimum <b>0,50 m</b>.</li> </ul>
Flèche du fil de contact, au cas où elle est prévue, en (°/°) de la longueur de la portée	UIC 794 UIC 799.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/2000 nième de la portée</li> </ul>
Nombre de portées des équipements tendeurs et des sectionnements		<ul style="list-style-type: none"> <li>A ciel ouvert : 4 portées</li> <li>En tunnel : 5 portées</li> </ul>
Distance entre pendules	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximum &lt; <b>9,50 m</b></li> </ul>
Longueur minimum des pendules en câble		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>0,25 m</b></li> </ul>
Implantation Standard extérieur L'implantation nominale des supports, mesurée entre la face du support coté voie et le bord extérieur du rail le plus proche est conforme aux règles RFF – RFI.		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>2,30 m</b> règle française (RFF) implantation prise de l'extérieur du rail au nu du support.</li> <li><b>2,40 m</b> règle Italienne (RFI) implantation prise de l'intérieur du rail au nu du support.</li> </ul> <p>→La règle RFI est retenue.</p>

Tableau 30: Caractéristiques géométriques / Caratteristiche geometriche

### 9.2.3 Caractéristiques Constructives

La caténaire LTF devra respecter les caractéristiques de conception et de construction suivantes :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
S'adapter aux gabarits statiques et cinématiques du matériel roulant.	STI énergie UIC 794 UIC 799	
Espace nécessaire pour le soulèvement maximum du bras de rappel en conditions aérodynamiques	EN 50119 STI énergie UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sans limiteur de soulèvement <b>300 mm</b></li> </ul>

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
défavorables		
Montage du bras de rappel	UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail uniquement en tension</li> </ul>
Régularisation de la tension mécanique indépendante pour porteur et pour fil de contact.	EN 50119 UIC 799	Règle RFF <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation de poulies ou de moufles et contrepoids.</li> <li>• Rapport de démultiplication des poulies ou moufles.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tunnel 1 /3</li> <li>○ Extérieur 1 /5</li> </ul> </li> </ul>
Implantations standard des supports donnés à titre indicatif (cas les plus défavorables)		D'axe de la voie à axe du support :  Règle RFF <ul style="list-style-type: none"> <li>• En voie courante et voie rapide de gare 3,25 m.</li> <li>• Voie de service en gare hors zone de quai gabarit « dégarnisseuse » 1,65 + ½ larg. de voie (valeur RFF).</li> </ul> Sur viaduc 1,72 m +2 x dévers (excès de dévers) (valeur RFF majorée de 2,2 x la valeur du dévers, effet le plus défavorable, exemple pour un dévers de 90 mm il faut majorer de 198 mm)  Valeur Italiennes sur viaduc applicable.

**Tableau 31: Caractéristiques Constructives**

#### 9.2.4 Critères statiques de l'élasticité du Système caténaire

La caténaire LTF prévue devra avoir une élasticité, la plus constant possible tout le long des portées. La caténaire est conçue de telle façon qu'elle présente une faible variation de l'élasticité U.

Les critères sont listés dans le tableau ci après.

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
$U = ((e_{max} - e_{mini}) / (e_{max} + e_{mini})) 100\%$ $e_{max}$ élasticité maximale dans la portée $e_{mini}$ élasticité minimale dans la portée	STI énergie UIC 799 EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>le coefficient d'irrégularité inférieure à 25‰</li> <li>Élasticité en milieu de portée inférieure à 0,5 mm /N</li> </ul>

Tableau 32: Critères statiques de l'élasticité du Système caténaire

### 9.2.5 Critères dynamiques

La conception de la caténaire devra satisfaire aux critères dynamiques suivants :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
Vitesse de propagation des ondes Facteur Doppler Coefficient de réflexion Le Facteur d'amplification devra être le plus réduit possible	STI énergie EN 50119 UIC 794 UIC 799	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs V max (m/s) + 40</li> <li>Valeur :&gt; 0,17</li> <li>Valeur &lt; 0,4</li> <li>Valeur &lt; 2,3</li> </ul>

Tableau 33: Critères dynamiques

### 9.2.6 Critères de qualité de captation du courant

Dans son interaction avec le pantographe, qui devra aussi être du type correspondant, la caténaire à utiliser devra respecter les critères suivants :

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
Effort de contact dynamique à la vitesse maximum (N)	STI énergie UIC 799 EN 50119	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximum : 300</li> <li>Minimum : supérieure à 0</li> <li>Moyenne : 189</li> </ul>

Désignation / Designazione	Références Normatives / Riferimenti normativi	Critères techniques / Criteri tecnico
Critère de l'effort de contact dynamique du pantographe sur la caténaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fm = Valeur moyenne de l'effort de contact. (Fm = 130,62 valeur STI)</li> <li>• <math>\sigma</math> = Ecart type de la distribution des efforts de contacts</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F_m + 3 \sigma &lt; 250 \text{ N}</math></li> <li>• <math>F_m - 3 \sigma &gt; 0</math></li> <li>• <math>\sigma_{\max} = 0,3 F_m</math></li> </ul>
<b>Perte de contact :</b> Le rapport entre le temps total de séparation de l'archet du pantographe et du fil de contact, et le temps total de parcours d'un tronçon à la vitesse maximum		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 0,14 \%</math></li> </ul>
<b>Nombre d'arcs :</b> Soulèvement admissible du fil de contact au passage du pantographe, pour la plus grande portée, et dans des conditions normales de fonctionnement		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le nombre d'arcs par 100 m devra être inférieur à 1</li> <li>• Sa durée : <math>10 \text{ ms} &lt; t &lt; 25 \text{ ms}</math></li> <li>• Pour RFI l'arc électrique ne peut excéder plus de 5ms (1/200 secs).</li> </ul>

Tableau 34: Critères de qualité de captation du courant

### 9.2.7 Composition de la caténaire

Les caténaires du tronçon à grande vitesse de la ligne nouvelle du projet LTF seront composées de :

- Un porteur.
- Un fil de contact.
- Un feeder positif ou négatif.
- Des pendules électriques et classiques assurant uniquement la fonction de reprise de charge. Le calcul des caractéristiques électriques des conducteurs sera réalisé en accord avec les indications de la EN50119 ainsi qu'avec les données de la EN50149 pour le fil de contact.

La section des câbles a été revue depuis l'APR de 2006 suite à des nouveaux calculs de dimensionnement électrique.

Les conducteurs choisis pour répondre à cette demande sont les suivant.

### 9.2.7.1 Porteur

Le porteur est en cuivre et a été choisi selon la norme NF C 34-110-3 :

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Porteur	181,6	Cuivre

**Tableau 35: Caractéristiques du porteur**

### 9.2.7.2 Fil de contact

Le fil de contact rainuré sera en Cu-Mg 0,5, ou en tout autre alliage de cuivre qui satisfait au critère de vitesse de propagation des ondes et il aura la section suivante :

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Contact	150 = 150*0,995 = 149.25 équivalent cuivre pur	Cu-Mg 0,5

**Tableau 36: Caractéristiques du fil de contact**

### 9.2.7.3 Feeder

Le feeder sera en cuivre :

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
Feeder négatif 25kV CA :	307	Cuivre

**Tableau 37: Caractéristiques du Feeder**

### 9.2.7.4 Pendules

Les pendules de connexion devront être en câble bronze de 12mm<sup>2</sup>, flexible ou extra flexible; il est recommandé qu'ils soient avec boucle, si possible réglables, et avec utilisation de la même griffe pour porteur et fil de contact.

### 9.2.7.5 Câble protection

(i) CdPA en Tunnel

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
2 x Conducteurs de protection aériens par tunnel	147	Aluminium

**Tableau 38: Caractéristiques des CdPA en Tunnel**

( ii ) CdTE en Tunnel

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
1 x Conducteur de protection terre enterré	95	Cuivre

**Tableau 39: Caractéristique du CdTE en Tunnel**

( iii ) CdPA en extérieur

Item	Section / Sezione (mm <sup>2</sup> )	Matériau /Materiale
2 x Conducteur de protection aérien par voie principale	147	Aluminium

**Tableau 40: Caractéristiques du CdPA en Extérieur**

**9.2.8 Tension mécanique des conducteurs**

Les conducteurs et câbles employés dans les caténaires devront être posés avec les tensions mécaniques suivantes :

- Conducteurs et câbles régularisés

Les conducteurs et câbles régularisés auront les tensions mécaniques suivantes :

Item	Tension / Tensione (Newton)
Porteur	20000
Fil de contact	20000

**Tableau 41: Tension mécanique des conducteurs régularisés**

La tension mécanique de la caténaire devra respecter les normes EN50119 et EN50149, ainsi que les critères dynamiques exposés précédemment.

- Conducteurs et câbles non régularisés

Les conducteurs et câbles non régularisés seront posés avec des tensions qui devront respecter les points suivants :

- Norme EN50119.
- A la température minimum du milieu ambiant, ne pas dépasser la tension maximum admissible.
- A la température maximum de fonctionnement, le câble devra rester à la distance d'isolement exigée.

Le tableau ci après indique les tensions nominales des câbles non régularisés.

Item	Tension / Tensione (Newton)
Feeder	10000
Câble de Protection	5000

**Tableau 42: Tension des conducteurs non régularisés à la Température Moyenne**

### 9.2.9 Distances d'isolement à respecter

Distances minimales à respecter / Distanze minime da rispettare	(m)
Au surplomb par un Conducteur de protection aérien (CdPA) d'une caténaire lors d'une traversée de voie électrifiée.	0,50
Entre CdPA et conducteur sous tension électrique	0,50
Entre CdPA et un feeder.	0,80
Entre feeder et caténaire à laquelle il n'est pas conjugué.	2,0
Entre feeder et caténaire à laquelle il est conjugué.	0,80
Entre conducteur sous tension électrique et une ferrure métallique à la masse	0,50
Entre conducteur sous tension électrique et obstacle non accessible	1,00
Au surplomb par un Conducteur de protection aérien (CdPA) d'un obstacle accessible ou non	0,50
Entre un Conducteur de protection aérien (CdPA) d'un bâtiment	2,00
Entre un Conducteur de protection aérien (CdPA) et obstacle ou bâtiment, cote latérale compte tenu du balancement dû au vent.	1,00
Entre élingues d'ancrages ou conducteurs de même nature électrique	0,20
Entre conducteur ancré et le passage du CdPA	0,80
Entre conducteur ancré et l'ancrage du CdPA	0,80
Entre conducteurs ancrés de natures électriques différentes	0,80
Entre conducteurs ancrés de même nature électrique, avec appareils tendeurs	0,50
Entre conducteurs ancrés de même nature électrique, sans appareil tendeur	Éviter contact mécanique
Au surplomb par un Conducteur sous tension électrique, d'un bâtiment accessible au public	5,00
Au surplomb par un Conducteur sous tension électrique, d'un bâtiment non accessible au public	3,00
Au surplomb d'une voie électrifiée.	7,00
Au surplomb ou traversée d'un quai ou d'une piste située dans les emprises et non accessible aux véhicules routiers.	5,00
Au surplomb ou traversée d'un quai accessibles aux véhicules routiers.	6,00
Au surplomb ou traversée de piste située hors emprises et non accessible aux véhicules routiers.	6,00

**Tableau 43: Distances minimales d'isolement à respecter**

### 9.3 Conditions climatiques de fonctionnement

Les paramètres d'environnement à considérer pour la conception des lignes aériennes de traction électrique sont principalement :

- Les températures de fonctionnement du système,
- La vitesse du vent,
- L'ensoleillement,
- L'altitude, (situation de ligne inférieure à 1000 m)
- Le niveau « isokéraunique »,
- La pollution,
- La configuration du sol, les conditions géophysique, l'épaisseur des manchons de givre,
- Le poids de la neige sur les équipements.

Il est retenu les règles nationales Françaises. Les valeurs indiquées dans la suite de la section sont extraites du **Règlement Neige et Vent NV 65 modifiée 2009**.

#### 9.3.1 Charges dues à la pression du vent

Pour la vérification de la stabilité des différentes parties des lignes aériennes de traction électrique, il faut considérer les charges causées par le vent.

Pour calculer cette charge, on admet que le vent souffle horizontalement et qu'elle exerce sa force perpendiculairement à la surface atteinte perpendiculairement.

##### 9.3.1.1 Action du Vent (unité SI)

L'action du vent dépend des facteurs listés ci après :

- La pression dynamique,
- Les Coefficients,
- Effet de la hauteur au-dessus du sol,
- Effet de site,
- Effet de masque,
- Effet des dimensions,
- Coefficient global de traînée des conducteurs,
- Coefficient global de traînée des tubes de la console,
- Coefficient global de traînée des supports,
- Angle d'incidence du vent,
- L'action statique.

##### (i) Pression Dynamique

La pression dynamique de base est calculée à partir de la formule suivante :

$$q = \frac{V^2}{16,3}$$

Désignation	Unité
q : pression dynamique	daN/m <sup>2</sup>
V : vitesse	m/s

**Tableau 44: Formule de Pression dynamique de base**



Les valeurs retenues sont les données extrêmes du règlement Français :

Zone Réf : Carte NV 2009	Vitesse	Pression Dynamique
ZONE II valeurs extrêmes	169,9 km/h	1365 Pa

**Tableau 45: Valeurs: Vitesse de Vent, Pression Dynamique**

Note :

Pour un support Cylindrique la pression dynamique de référence est de 720 Pascal. (Règle NV française)

### 9.3.2 Plage des températures

Il est à noter que nous avons deux zones d'intervention. Un extérieure et un zone tunnel. Le système caténaire doit être pleinement opérationnel sans réduction de performance dans la plage de température indiquée dans le tableau ci après.

La température de référence est de 15°C.

	En extérieur / All'aperto (°C)	Dans les tunnels / In tunnel (°C)	
		Zone normale / Zona normale	Zone chaude / Zona calda
Minimum de température / Temperatura minima (°C)	<b>- 20</b>	<b>+ 0</b>	<b>+5</b>
Température Moyenne / temperatura media (°C)	<b>+ 15</b>	<b>+ 20</b>	<b>+20</b>
Maximum de température / temperatura massima (°C)	<b>+ 60</b>	<b>+ 40</b>	<b>+ 45</b>

**Tableau 46: Plage de températures de fonctionnement des appareils tendeurs**

Note:

En tunnel, seuls les premiers 400 m de caténaire pour chaque entrée et sortie est sujet à la variation de la température extérieure. L'étude caténaire intégrera cette contrainte dans le découpage mécanique du projet.

### 9.3.3 Glace

Pour les valeurs de températures négatives, il sera tenu compte pour le calcul des structures d'une surcharge d'un manchon de glace.

Densité de la glace / Densità di ghiaccio	Épaisseur du manchon sur les câbles / Spessore del mantello sul cavo
0,9	10 mm pour RFF et 12 mm pou RFI (valeur de référence)

**Tableau 47: Manchon de glace**

### 9.3.4 Neige

Ce phénomène n'est pas retenu pour le calcul des structures caténaire à l'exception des panneaux extérieures (ex : de protection) ou la charge de neige accidentelle est appliquée.

Zone Réf : Carte NV	Charge accidentelle de neige (KN/m <sup>2</sup> )
Zone 2 A	1,00

**Tableau 48: Charge accidentelle de neige**

### 9.3.5 Pollution Atmosphérique

La conception du système caténaire doit satisfaire à la norme CEI 815 "Insulators: Class of pollution".

La Classification de la corrosivité de l'environnement doit satisfaire à la norme ISO 9233.

Classe de pollution des isolateurs	Classe de la corrosivité de l'environnement
Catégorie 2, medium pollution	C4

**Tableau 49: Pollution Atmosphérique**

### 9.3.6 Séisme

Ce phénomène n'est pas un critère déterminant pour le calcul des structures caténaire.

En effet les masses mises en jeu sont faibles et ne transite pas de phénomène ondulatoire nuisible à la stabilité de la structure.

Toutefois pour tenir compte de l'accélération verticale « g », les charges permanentes seront majorées de 0,25 fois la charge normale.

## 9.4 Constitution des lignes de traction électrique

Rappel :

La caténaire du type polygonal est constituée :

- de pendules connexion qui assurent le pendulage du fil de contact sur le porteur et la répartition du courant entre les deux conducteurs.
- d'un porteur et d'un fil de contact dont les caractéristiques sont stipulées dans le tableau ci-après,
- d'un feeder "négatif" en câble Cuivre de 307 mm<sup>2</sup> de section, tendu à 900 N à 15°C. En tunnel ce câble est porté sur un isolateur rigide. En extérieur, il est suspendu à une

chaîne de suspension. Cette chaîne est installée en principe côté champs, à l'extrémité d'une console montée en tête de support.

Exceptionnellement, le feeder "négatif" peut être constitué soit par un câble isolé sans halogène avec âme en aluminium de 400 mm<sup>2</sup> de section soit par un câble isolé sans halogène avec âme en cuivre de 400 mm<sup>2</sup> de section.

- d'un conducteur de protection aérien (CdPA) en câble aluminium de 147 mm<sup>2</sup> de section, tendu à 4 kN à + 15°C. Ce conducteur est relié au rail et au CdTE. Il assure l'équipotentialité entre les supports d'une même voie et le rail. Il est fixé en principe à proximité du pied de console, côté champs.

## 9.5 Caractéristiques Principales des équipements

La caténaire est verticale, dans les parties extérieures l'encombrement au droit des suspensions est en principe de 1,40 m en sauf contraintes particulières (Pont de la Dora).

Le plan de contact a une flèche initiale en milieu de portée égale au 1/2000ème de la longueur de celle-ci.

Sur toute la ligne la hauteur du plan de contact aux supports est constante et égale à 5,57 m. Dans les zones de courbes de raccordement en profil en long de la voie, les portées caténares seront limitées en fonction des rayons de courbure :

Courbe de raccordement en bosse ou en creux / Spirali in rilievo o calcografia	Portée maximale en mètres / La portata massima in metri
R (m) > 25000	pas de restriction portée maximale 65,00
16000 < R (m) ≤ 25000	55,00
16000 < R (m) ≤ 10000	50,00

**Tableau 50: Portée standard Caténaire Ligne Nouvelle**

Notes :

Le pas standard entre portées est multiple de **5,00 m**.

L'implantation nominale des supports, mesurée entre la face du support coté voie et le bord intérieur du rail le plus proche est de **2,40 m**. (conformes aux règles RFI).

## 9.6 Réalisation des Équipements Caténaire

### 9.6.1 Désaxements

La caténaire RFF est verticale, le désaxement du porteur est obtenu par la position de la pince de suspension sur la console.

Le désaxement du fil de contact au support est obtenu par la position du bras de rappel sur le tube d'antibalançant ou sur la console.

Le bras de rappel ne peut supporter que des efforts de traction.

- En extérieur, il existe donc 2 types de montages, "tension" ou "compression":
  - "tension" lorsque le tube d'antibalançant subit un effort de traction,
  - "compression" lorsque le tube d'antibalançant subit un effort de compression.
- Dans les tunnels seul le type de montage "tension" est retenu.

En alignement, le porteur et le fil de contact sont désaxés alternativement à chaque support au maximum de 0,200 m par rapport à l'axe de la voie.

Le sens du désaxement est choisi de façon à éviter la présence de deux montages type "Compression" sur des supports indépendants face à face.

En courbe, le désaxement au support par rapport à l'axe perpendiculaire au plan de roulement (axe pantographe) est au maximum de 0,200 m vers l'extérieur de la courbe, il est alterné dans les grands rayons. Dans les raccordements paraboliques, le désaxement au support est déterminé en calculant le rayon instantané au droit du support.

### 9.6.2 Montages normaux sur supports indépendants

Les zones à deux voies sont équipées avec des supports indépendants. Cette disposition limite en général les conséquences d'un incident à la voie sur laquelle il s'est produit.

Les poteaux de voie courante sont des poutrelles simples en HEA ou HEB. (Standard Euronorm).

#### 9.6.2.1 Caractéristiques des éléments de ces montages

En extérieur, l'équipement comprend :

- Une console inclinée en tube acier de  $\varnothing$  49-4,5 pour les encombrements supérieurs ou égaux à 0,70 m, ou horizontale pour toutes autres valeurs.
- Un hauban en tube acier de  $\varnothing$  28-3,1
- Un antibalançant en tube acier de  $\varnothing$  38-4, avec réglage, muni d'un bras de rappel de 1,20 m en tube aluminium de  $\varnothing$  36-2,5 qui permet un soulèvement dynamique maximal du pantographe de 0,30 m.

La plupart des pièces d'attache de l'armement sont en cuivre-aluminium.

Celles qui relient l'armement au support sont en fonte galvanisée.

Les pièces d'attache de l'armement sont immobilisées par l'intermédiaire d'étriers équipés d'écrous HFR avec rondelle lisse incorporée.

Toutes les articulations sont à chape et tenon.

#### 9.6.2.2 Montages avec encombrement réduit

Les éléments de l'armement sont identiques à ceux des montages normaux. Toutefois, lorsque l'encombrement de la caténaire se situe entre 0,60 m et 0,65 m inclus, la console est horizontale et le bras de rappel est fixé directement sur celle-ci au moyen d'une pièce d'abaissement et d'une attache à cardan.

### 9.6.3 Montage tunnel

Tous les montages réalisés en tunnel sont des montages tensions avec bras de rappel tension. Le dégagement des gabarits d'obstacle est vérifié pour les gabarits LTF.

Le tube de console sera d'un diamètre équivalent à 76 mm de diamètre. Il est en acier.

### 9.6.4 Montages sur portiques rigides

Dans les gares et les zones d'aiguillages, lorsque les entrevoies ne permettent pas l'équipement sur supports indépendants, celui-ci est réalisé sur des portiques rigides à poutre autoporteuse.

Les portiques rigides sont constitués par deux piédroits et une poutre autoporteuse sous laquelle sont fixées des chaises destinées à l'équipement des voies centrales.

L'équipement des voies latérales est en principe, lorsque l'implantation le permet, réalisé en se fixant sur les piédroits.

Les piédroits, supports de poutre, distants au maximum de 30,30 m sont :

- en poutrelles HE 260 B ou 300 B ou 320 B simples,

- en U assemblés, IPE etc...,
- en poutrelles HEM simples (Standard Euronorm).

#### 9.6.5 Pendules des caténaires

Voir le plan C2B\_0036\_30-05-00\_40-04\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico schema di.

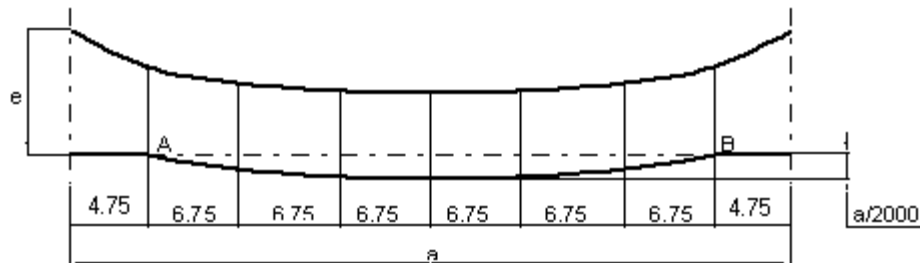


Figure 9: Exemple de répartition d'une portée de 50,00 m

La longueur des pendules est calculée pour que le fil de contact ait une flèche initiale, en milieu de portée, égale au 1/2000ème de la longueur de la portée "a", par rapport à une droite tangente au fil de contact au droit des pendules A et B et pour obtenir la valeur désirée d'encombrement (e) de la caténaire au droit du support.

La distance maximale entre deux pendules est de 6,75 m. Le premier pendule est située à 4,75m de la suspension. Le deuxième pendule est situé à 6,75m du premier pendule.

La répartition est symétrique par rapport à l'axe de la portée.

Pour les portées non multiples de 5,00 m, il faut rattraper la différence en modifiant la distance entre les pendules situés à proximité du milieu de portée tout en respectant entre deux pendules consécutifs, une distance minimale de 3,50 m et maximale de 6,75 m.

##### 9.6.5.1 Constitution des pendules

Les pendules peuvent être de deux types :

- Pendule connexion en câble bronze sur porteur nu.
- Pendule en matière isolante sur porteur protégé.

##### (i) Pendule connexion

Ils sont en câble bronze de 12mm<sup>2</sup> de section à brins fins, avec à leurs extrémités des embouts à cosse sertis sur le câble du pendule.

La liaison côté porteur et fil de contact s'effectue au moyen de griffes à crochet.

Une liaison électrique shunte les articulations entre embouts à cosse et griffes à crochet.

L'entraxe minimal des conducteurs doit être de 250mm.

##### (ii) Pendules en matière isolante

- Entraxe des conducteurs  $L > 500\text{mm}$

Le pendule est en câble synthétique de  $\varnothing 5\text{mm}$  avec à ses extrémités des terminaisons à cosse permettant la liaison côté fil de contact avec une griffe à crochet et côté porteur protégé avec un cavalier en aluminium rilsanisé.

- Entraxe des conducteurs  $L \leq 500\text{mm}$

Le pendule est de type étrier en matière composite, il est fixé sur le fil de contact au moyen d'une griffe boulonnée.

## 9.6.6 Ancrages Types

### 9.6.6.1 Généralités

Les ancrages du fil de contact et du porteur sont effectués séparément, afin d'obtenir une régularisation bien distincte pour chaque conducteur.

Il n'existe qu'un seul isolateur entre la masse et l'élément de caténaire considéré sous tension.

Cet isolateur doit se trouver dans la portée d'ancrage, à l'aplomb d'un plan vertical situé à l'extrémité des traverses de la voie.

Les isollements sont toujours reportés, cette disposition engendre les conséquences suivantes :

- Les queues d'ancrage qui surplombent les quais sont des masses.
- Les croisements d'élingues s'effectuent à la masse.
- Les parties sous tension sont éloignées des zones accessibles au public.
- Les conducteurs situés au dessus des signaux, accessibles aux agents devant effectuer des opérations de maintenance, sont des masses.

Le croisement des élingues s'effectue à la masse (report des isollements systématique). De plus chaque conducteur est muni au point de croisement d'une protection isolante de 2,00 m de long.

## 9.6.7 Équipements Tendeurs– Anticheminement

### 9.6.7.1 Généralités

L'équipement des lignes de traction électrique se compose de tronçons successifs de 1400 m en extérieur et 1850 m en Tunnel (sectionnement placé tous les 1665 m environ soit tous les 5 rameaux de base).

- Faciliter la construction et la manutention des conducteurs.
- Absorber la dilatation de ceux-ci, afin de maintenir leur tension mécanique constante dans la plage des températures considérées.

Le tronçon de conducteurs compris entre deux ancrages constitue un canton de pose.

L'échange des caténaires de deux cantons successifs est appelé Équipement Tendeur.

### 9.6.7.2 Équipements Tendeurs

Les équipements tendeurs sont réalisés en disposant côte à côte, sur une certaine longueur, la caténaire de deux cantons successifs. La continuité de captage au passage du pantographe est assurée par la présence d'une zone dite "commune" où les plans de contact des deux caténaires, distants de 0,200 m, sont confondus et parallèles au plan de roulement. La continuité électrique est assurée au moyen d'une connexion installée:

- au premier support intermédiaire dans le sens de circulation, pour un équipement normal,
- au deuxième support intermédiaire pour un équipement inversé.

La régularisation de la tension mécanique, en fonction de la température, est assurée par un appareil tendeur pour chaque conducteur à chaque extrémité d'un canton de pose de longueur supérieure à 700 m en extérieure et de 850m en Tunnel.

Lorsque la longueur d'un canton de pose est inférieure ou égale à 700 m en extérieur et 850 m en tunnel les appareils tendeurs ne sont installés qu'à une seule extrémité.

( i ) Caractéristiques des équipements

L'équipement tendeur est réalisé en 4 portées ou en 5 portées (cas montage Tunnel).

Le support central, appelé "AXE", situé au milieu de l'équipement tendeur pour les équipements tendeurs en 4 portées est remplacé par deux supports "SEMI - AXES", dans les équipements tendeurs en 5 portées.

Chaque demi zone commune est suivie d'une zone de relèvement vertical du fil de contact au-dessus de la trajectoire du pantographe; l'ensemble constitue la portée de relèvement.

Le support qui permet ce relèvement est appelé "INTERMEDIAIRE".

La tension mécanique et le passage du fil au dessus du bras de rappel du fil en prise impose un relèvement au dessus du plan de contact au support intermédiaire.

Chaque portée de relèvement est suivie de la (ou des) portée (s) de dégagement horizontal qui constitue (ent) la (ou les) portée (s) d'ancrage.

Le support sur lequel s'ancrent les conducteurs est appelé "ANCRAGE".

La flèche initiale du plan de contact est conservée pour la caténaire "en prise".

Dans un équipement tendeur dit "NORMAL" la caténaire située à gauche dans le sens normal de circulation va directement à l'ancrage sans croisement. Dans le cas contraire, l'équipement tendeur est dit "INVERSE". C'est donc le pas du désaxement qui détermine si l'équipement tendeur est normal ou inversé.

Lors du croisement des deux plans caténaires, la répartition du pendulage est modifiée afin d'éviter tout contact entre le fil allant s'ancrer et un des pendules de la caténaire en prise.

#### (ii) Taille des contrepoids

Le fil porteur et le fil de contact sont régularisés indépendamment. (voir plan C2B\_0036\_30-05-00\_40-07\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico degli equi). Ils sont tendus chacun à 20000 N et reliés à des appareils tendeurs de rapport 1/3. Le poids des contrepoids doit donc être de 680 kg. Alors, en supposant que les contrepoids sont en fonte de masse volumique égale à 7100 kg/m<sup>3</sup> et de forme cylindrique pleine, leurs dimensions peuvent être les suivantes:

- Hauteur 50 cm
- Diamètre 50 cm

Ces dimensions sont données à titre indicatif, pour donner un ordre de grandeur de la taille des contrepoids.

#### 9.6.7.3 Anticheminement

La caténaire est régularisée, il est donc nécessaire de créer un point fixe au milieu de chaque canton de pose > 700 m ou 925 m (tunnel) afin d'éviter toute dérive excessive des armements.

La console située au milieu du canton de pose est immobilisée par un câble de la même nature que le câble porteur de la caténaire. Ce câble est ancré dans la portée amont et aval de l'axe de l'anticheminement.

Il est appelé "câble d'anticheminement".

Dans les cas d'équipement avec porteur protégé, le câble d'anticheminement est également de type protégé.

### 9.6.8 Sectionnement à lame d'air, Section de Séparation, Isolateurs de section

#### 9.6.8.1 Généralités

La section centrale électrifiée en 2 X 25000 Volts Courant Alternatif est alimentée par 3 sous stations :

- Saint Jean de Maurienne, raccordée sur le poste EDF de LONGEFAN,
- Modane, raccordée sur le poste EDF VILLARODIN/PRAZ St-ANDRE (Modane),
- Val di Susa, raccordée sur la cabine de TERNA DE VENAUS

A Modane les transformateurs de la sous station sont à l'air libre. Ils sont raccordés aux caténaires et aux feeders négatifs par des câbles empruntant la descenderie Modane.

Les postes de traction comprennent :

- les postes de mise en parallèle avec autotransformateurs,
- les postes de ligne (continuité entre sous secteurs et / ou sections élémentaires).

Les postes de mise en parallèle avec autotransformateurs sont installés tous les 7 km environ en fonction du résultat du dimensionnement électrique.

Les postes de traction sont commandés et contrôlés en situation définitive à distance depuis le PCC par la fonction gestion de l'énergie traction.

Pour des raisons d'exploitation et d'entretien, les caténaires sont tronçonnées en un certain nombre de sections élémentaires, de longueurs variables, qui peuvent être isolées électriquement.

L'isolement électrique entre deux sections élémentaires consécutives est réalisé par des sectionnements à lame d'air ou par des isolateurs de section.

Leur répartition est définie sur un schéma d'alimentation et de sectionnement général C2B\_0037\_30-05-00\_20-01\_Schema TE\_0.

La séparation électrique entre deux tronçons de caténaire, alimentés par des sources de courant pouvant présenter des différences de phases ou de tension électrique, est assurée par des sections de séparation.

Sur les raccordements entre deux caténaires, la séparation électrique s'effectue au moyen de section de séparation. Dans certains cas particuliers, la séparation s'effectue au moyen de sectionnements à lame d'air dits "limite de secteur". Pour ces équipements le porteur sera de type protégé.

#### 9.6.8.2 Sectionnement à lame d'air

Les sectionnements à lame d'air sont réalisés en disposant côte à côte, sur une certaine longueur, les caténaires de deux cantons successifs. La continuité de captage au passage du pantographe est assurée par la présence d'une zone dite "commune" où les plans de contact des deux caténaires, distantes de **0,50 m** sont confondus. La continuité électrique entre les deux caténaires est assurée, aux supports d'axe, par une connexion de pontage dont les extrémités sont reliées à un appareil d'interruption normalement fermé. Dans les zones avec feeder "négatif" les appareils d'interruption de la caténaire et du feeder "négatif" sont jumelés. La manœuvre de ces appareils s'effectue par l'intermédiaire d'une commande unique.

Les dispositions relatives à la régularisation de la tension mécanique des conducteurs sont identiques à celles décrites à la section équipement tendeur

##### ( i ) Caractéristiques de l'équipement

Le sectionnement est réalisé en 4 portées sur voies principales et dans les communications ou en 5 portées dans les tunnels.

Dans le cas général, le poteau d'axe pour les sectionnements ou les équipements tendeurs en 4 portées ou un du poteau de SEMI - AXE est dédoublé pour inverser les armements et faciliter la mise en place des appareils d'interruption.

Chaque demi-zone commune est suivie d'une zone de relèvement vertical du fil de contact au-dessus de la trajectoire du pantographe; l'ensemble constitue la portée de relèvement.

Cette portée comporte un isolateur composite dont l'axe se trouve à 3,00 m de la suspension de la caténaire relevée.



### 9.6.8.3 Section de séparation

Ces équipements ont pour but d'éviter aux pantographes des engins moteurs d'interconnecter électriquement deux caténaires successives dont les alimentations présentent entre elles des différences de phases ou de tensions électriques.

On distingue ainsi deux types de section de séparation :

- les sections de séparation de phases en alimentation 25000 V CA,
- les sections de séparation de tensions entre une alimentation 1500 V CC / 3000 V CC et une alimentation 25000 V CA,

Une liste donnée à titre d'information des sections de Séparation est reprise ci après :

- Section de séparation à l'entrée du tunnel de base (section de séparation tension 1500V CC /25000V CA)
- Trois sections de séparation de phase dans le tunnel de base
- Une section de séparation de phase à l'entrée du tunnel de l'orsiera
- Sections de séparation de Piana delle Chiuse (section de séparation 3000V CC /25000V CA)

#### ( i ) Sections de séparation de phases Type

Elles sont installées au droit ou à proximité des sous-stations et des postes de sectionnement.

L'équipement est constitué par trois sectionnements à lame d'air.

Une signalisation appropriée encadre ces sections de séparation.

Les connexions sont repérées sur les plans des postes d'alimentation.

#### ( ii ) Sections de séparation de tension

Elles sont constituées par une caténaire mise au rail dont chaque extrémité forme un sectionnement :

- d'un côté avec la caténaire 1500V CC, 3000V CC,
- de l'autre côté avec la caténaire 25000V CA.

Dans tous les cas, la présence de signaux appropriés impose que le franchissement de ces sections de séparation de tensions, du fait de la présence de la caténaire mise au rail, soit effectué pantographes baissés.

Pour limiter les déplacements respectifs des conducteurs dans les sectionnements, les caténaires sous tension électrique sont ancrés, côté section de séparation, sans appareil tendeur dans la mesure du possible. La caténaire 25000V CA est régularisée, à l'autre extrémité par un appareil tendeur pour chaque conducteur. La distance maximale entre les appareils tendeurs et l'ancrage fixe est de 500 m.

Les fils de contact de la caténaire 1500V CC, 3000V CC sont régularisés.

La caténaire mise au rail est régularisée au moyen d'appareil tendeur placé coté 25000V. La caténaire au rail est isolée au niveau de l'axe de la section de séparation, chaque partie étant mise au rail de part et d'autre d'un joint isolant au niveau du rail.

### 9.6.9 Connexions

Voir le plan C2B\_0036\_30-05-00\_40-01\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico collegamen.

#### 9.6.9.1 Généralités

Les connexions électriques ont pour but d'assurer :

- la répartition du courant entre les conducteurs,
- l'alimentation des caténaires au droit des postes de traction électrique,
- le raccordement des feeders,
- le pontage des sectionnements,
- la continuité électrique aux équipements tendeurs et aux aiguillages,
- le pontage éventuel des isolateurs de section,
- la mise au même potentiel des queues d'ancrage.

#### 9.6.9.2 Caractéristiques des connexions

( i ) Répartition du courant entre le porteur et le fil de contact:

La répartition du courant est assurée par les pendules connexions.

Particularités:

- Dans les équipements avec porteur protégé de grande longueur, l'utilisation de pendules isolants nécessite l'emploi d'une connexion installée au droit d'un armement.
- Un manchon de jonction pour porteur protégé est spécialement mis en place pour permettre la liaison électrique du porteur avec le fil de contact.
- Dans ce cas la distance entre 2 connexions de répartition est de 200m maximum.

#### 9.6.9.3 Connexions d'alimentation, de pontage et de continuité

Elles sont installées au droit d'un armement.

Elles sont réalisées avec :

- Des câbles cuivre de 164mm<sup>2</sup>.
- Une tresse ronde en cuivre de 75mm<sup>2</sup>.

Connexion sur fil de contact relevé :

- Elle est réalisée avec le câble cuivre de 164 mm<sup>2</sup> entre le porteur et le fil de contact relevé.

Connexion sur fil de contact en prise :

- Pour éviter un point dur au niveau du fil de contact en prise, dû au poids du câble de 164mm<sup>2</sup> et à sa raideur, le câble 164mm<sup>2</sup> est fixé à la suspension rigide de l'antibalançant et raccordé à son extrémité sur une pièce de liaison en té fixée sur le tube d'antibalançant. La liaison entre le té et le fil de contact se fait par l'intermédiaire d'une boucle réalisée avec la tresse ronde en cuivre de 75mm<sup>2</sup>, griffée sur le fil de contact de part et d'autre de l'antibalançant.

Particularités:

- Pour l'alimentation des transformateurs de tension (Tt) pour le contrôle de la présence tension sur le secteur caténaire, de réchauffage d'aiguille (TRA), les intensités absorbées étant faibles, le raccordement de la connexion côté caténaire sera limité au porteur.

#### 9.6.9.4 Mode de raccordement sur les conducteurs

Les liaisons électriques entre les différents conducteurs sont réalisées comme suit :

- connecteurs sertis sur le porteur,
- griffes boulonnées sur les feeders et sur le porteur protégé,
- griffes de connexion boulonnées sur le fil de contact, serties sur le câble d'alimentation.

Le sertissage des connexions est effectué au moyen d'une presse hydraulique munie de matrices adéquates.

#### 9.6.10 Appareils d'interruption

##### 9.6.10.1 Généralités

Les appareils d'interruption permettent, suivant les besoins, de supprimer ou de rétablir les liaisons électriques entre les lignes de contact et les sources de courant ou les installations annexes.

Les appareils d'interruptions en tunnel sont placés tous les 1665 m environ et peuvent se situer à environ 100 m d'un rameau d'interconnexion qui sert à l'évacuation des personnes et à abriter les équipements techniques du tunnel.

Il y a un rameau d'évacuation tous les 333 mètres soit un pas de 1665 m environ pour la niche qui sera utilisée pour l'emplacement des appareils de coupure en tunnel.

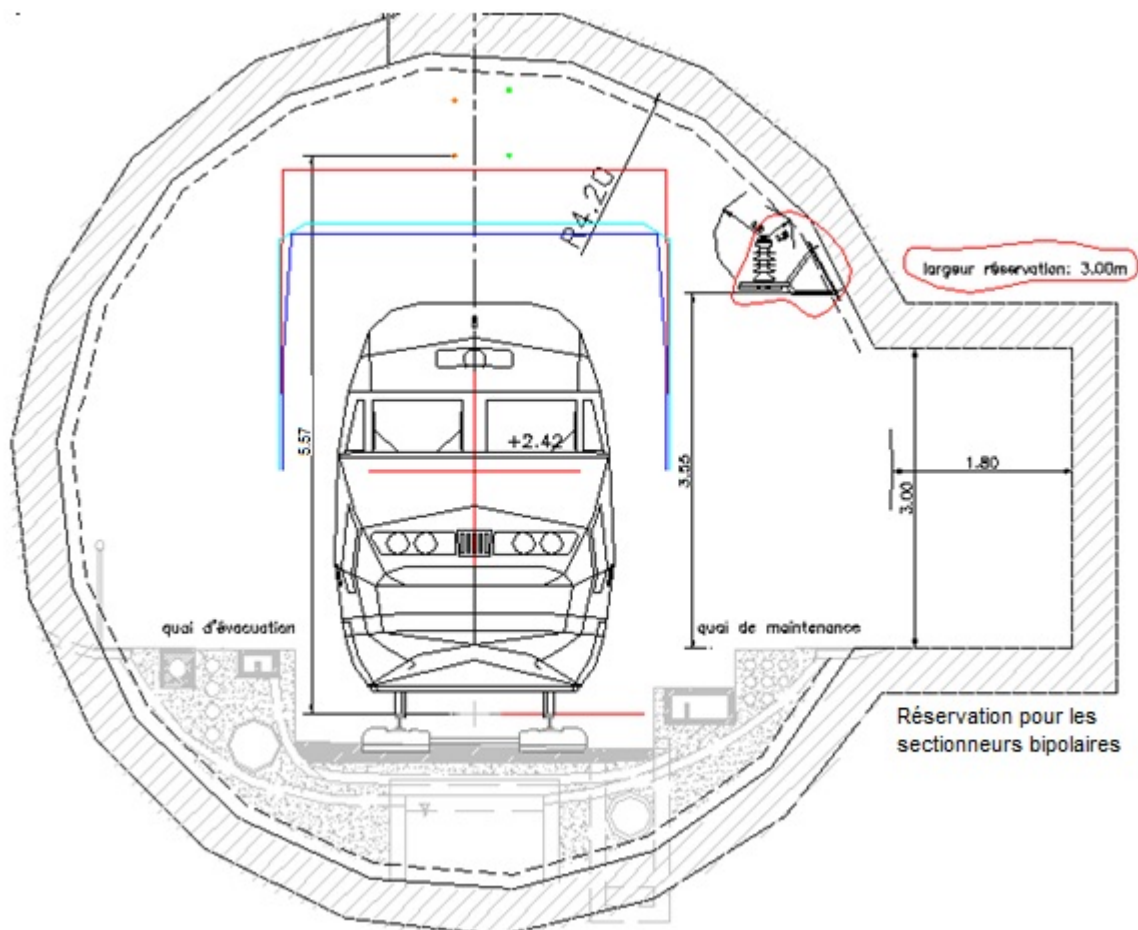


Figure 10: Coupe type de la réservation faite dans les tunnels pour l'emplacement des appareils de coupure

De plus, depuis le 6 mars 2008, la STI relative au sous système énergie stipule que les dispositions en matière de mise à la terre du système de lignes aériennes de contact doivent être intégrées dans le dispositif général de mise à la terre le long de la ligne.

Dans ce cadre, il a été identifié sur le document [D-10] que des sectionneurs de mise à la terre seront installés le long de la ligne à environ 10km d'intervalle chacuns. Des niches spéciales pourront être installées le long de la voie (voir le plan C2B\_0036\_30-05-00\_40-02\_SEZIONE TIPOLOGICHE\_0 - Tipologico degli appa). Celles-ci étant plus importantes que celles schématisée sur la figure ci-dessus, d'autres solutions pourraient être envisagées comme par exemple, les installer dans les salles pour équipement technique présentes dans certains rameaux.

On distingue 4 principaux types d'appareils :

- les disjoncteurs,
- les interrupteurs,
- les sectionneurs,
- les sectionneurs de mise à la terre

*( i )* Disjoncteurs

Ce sont des appareils d'interruption, manœuvrables à vide ou en charge et destinés à ouvrir ou fermer un circuit volontairement ou automatiquement.

Ils sont installés au sol dans l'enclos des sous-stations et ne dépendent pas directement de la maintenance caténaire.

*( ii )* Interrupteurs

Voir Plan :

- Plans de principes Appareils d'interruption - Tipologico degli apparecchi di interruzione.

Ce sont des appareils d'interruption, manœuvrables à vide ou en charge, destinés à ouvrir ou fermer volontairement un circuit.

Ils sont munis d'une commande électrique. Ils sont installés sur des supports indépendants.

Dans la partie tunnel ils sont installé dans les niches et sont double (un pour la caténaire, un pour le feeder) à commande unique.

*( iii )* Sectionneurs

C'est des appareils d'interruption, manœuvrables à vide seulement, destinés à ouvrir ou fermer volontairement un circuit.

Leur commande est électrique avec télécommande ou manuelle.

Ils peuvent également servir à isoler les interrupteurs de la ligne pour effectuer leur maintenance. Ils sont à coupure visible.

Ils sont installés sur des supports caténares, des supports indépendants ou des herses selon les nécessités de l'exploitation.

Le châssis du sectionneur, sa commande et le caillebotis métallique sur lequel doit monter l'opérateur est relié au circuit de protection.

*( iv )* Sectionneurs de mise à la terre

Ce sont des sectionneurs qui possèdent en plus, une fonction de mise au rail du circuit. Ceci afin de garantir une sécurité maximale par exemple dans le cas d'opérations de maintenance ou d'évacuation des voies.

Ils sont reliés au circuit d'alimentation de la caténaire ainsi qu'au feeder.

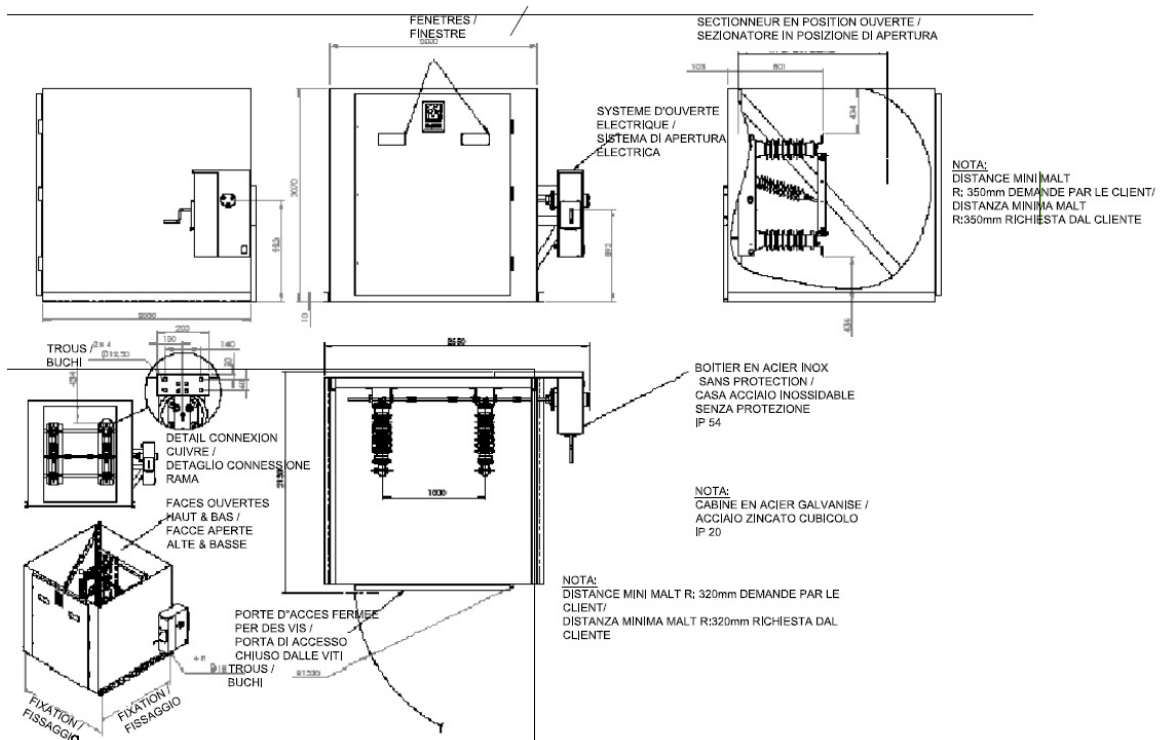


Figure 11: Exemple de sectionneur avec fonction de mise à la terre

### 9.6.11 Protection électrique

Toutes les masses métalliques sont connectées au circuit de protection (CdPA). Ce dernier est relié régulièrement au câble de terre (CdTE) par l'intermédiaire d'un bornier de liaison.

## 10. EXIGENCES CONCERNANT LES TRAVAUX

Pour résorber l'allongement apparent du porteur et une partie du fluage du fil de contact, il faut prévoir avant leur mise sous tension mécanique définitive, une surtension mécanique de ces conducteurs. Elle doit être appliquée pendant 72 heures et sa valeur est de:

- 20% de la tension mécanique nominale pour le porteur,
- 50% de la tension mécanique nominale pour le fil de contact.

### 10.1 Réglage des Appareils Tendeurs

Les tolérances applicables aux cotes de réglage des appareils tendeurs sont :

Valeur en m	Application
±0,03	Pour les cotes Y
±0,03	Pour les cotes X

Tableau 51: Tolérances des côtes de réglages des appareils Tendeurs

### 10.2 Pendulage

La tolérance sur la position longitudinale des pendules est de  $\pm 0,05$  m.

### 10.3 Réglage des armements

La tolérance sur la hauteur du dessous du fil de contact par rapport au plan de roulement au droit de la suspension est de 0,02 m dans le sens  $0 \Rightarrow + 0,02$  m.

L'écart de hauteur entre 2 suspensions consécutives doit être  $\leq 0,01$  m.

La tolérance sur l'écart vertical de hauteur entre les dessous des fils de contact (en prise et relevé) est de  $\pm 0,01$  m.

Pour les supports d'axe, les fils de contact doivent se trouver sur le même plan parallèle au plan de roulement au droit des suspensions.

La tolérance sur le désaxement du fil de contact est de  $\pm 0,01$  m.

Le porteur doit se trouver à la verticale du fil de contact avec une tolérance de désaxement de  $\pm 0,01$  m.

L'antibalançant doit être horizontal.

La tolérance sur la distance verticale entre l'axe horizontal de rotation du bras de rappel et le dessous du fil de contact est de  $\pm 0,01$  m.

La tolérance sur la position à donner à l'armement en fonction de la température est de  $\pm 0,03$  m.

## 11. ANNEXES

### 11.1 Note sur la Hauteur des Fils de contact de la ligne Nouvelle

Pour les tunnels, le montage type Tunnel «RFF Grande vitesse 25000 Volts » a été reconduit (exemples d'application : tunnel de Villejuste en France, ligne à grande vitesse CTRL en Grande-Bretagne).

Pour la partie à l'air libre, les montages RFF sont reconduits.

La hauteur retenue de 5,57 m ne constitue en aucun cas un obstacle au bon captage par un organe de collection de courant sur le fil de Contact.

### 11.2 Références Documentaires

- APS - B32a2 3306-D Section transversale F.doc.

« Dans le futur tunnel de base, la hauteur nominale du fil de contact retenue jusqu'à présent est de 5,57 m au-dessus du plan de roulement. Cette hauteur est compatible avec le gabarit des trains du type "Autoroute ferroviaire" et sur une distance d'isolement de 320 mm entre toute pièce à 25000 Volts et toute pièce à la masse».

« Cette hauteur nominale ne devrait pas constituer une restriction à l'usage du tunnel par d'autres types de train »

« En effet, d'une part, il est de pratique courante en France de prévoir une hauteur de caténaire de 6,20 m au moins au droit des passages à niveau. D'autre part, dans leur état actuel, les "Spécifications techniques d'Interopérabilité" (STI) recommandent une hauteur comprise entre 5,00 et 5,75 m et prévoient explicitement (voir extrait ci-après) que la caténaire puisse être posée à une hauteur supérieure dans le cas de lignes construites pour un service mixte et assurant le transport de remorques routières sur wagons. Il sera nécessaire de renseigner cette particularité au "Registre des infrastructures", comme demandée par les directives européennes ».

- STI- Énergie

Les pantographes doivent s'accommoder de hauteurs de fils de contact comprises entre 4 800 mm et 6 400 mm (voir extrait de STI ci-dessous).

N°	Caractéristiques / Caratteristica	Lignes de maillage et de raccordement / Mesh e linee di collegamento	Lignes aménagées / Linee adattate
1	Hauteur nominale du fil de contact (mm)	Entre 5 000 et 5 750 (1)(2)(3)	Entre 5 000 et 5 500 (1)(3)
2	Pente admissible du fil de contact par rapport à la voie et variation admissible de la pente	Norme EN 50119, version 2001, paragraphe 5.2.8.2	
3	Déplacement latéral admissible du fil de contact sous l'effet du vent traversier (mm) (3)	≤ 400	

**Tableau 52: Géométrie des lignes aériennes de contact pour les systèmes à courant alternatif**

4. Sur les lignes de maillage et de raccordement assurant un trafic mixte passagers et fret, et utilisées pour l'acheminement de remorques à gabarit surdimensionné, la hauteur du fil de contact peut être supérieure à condition que le pantographe soit adapté pour assurer le captage du courant selon la qualité spécifiée, et sous réserve

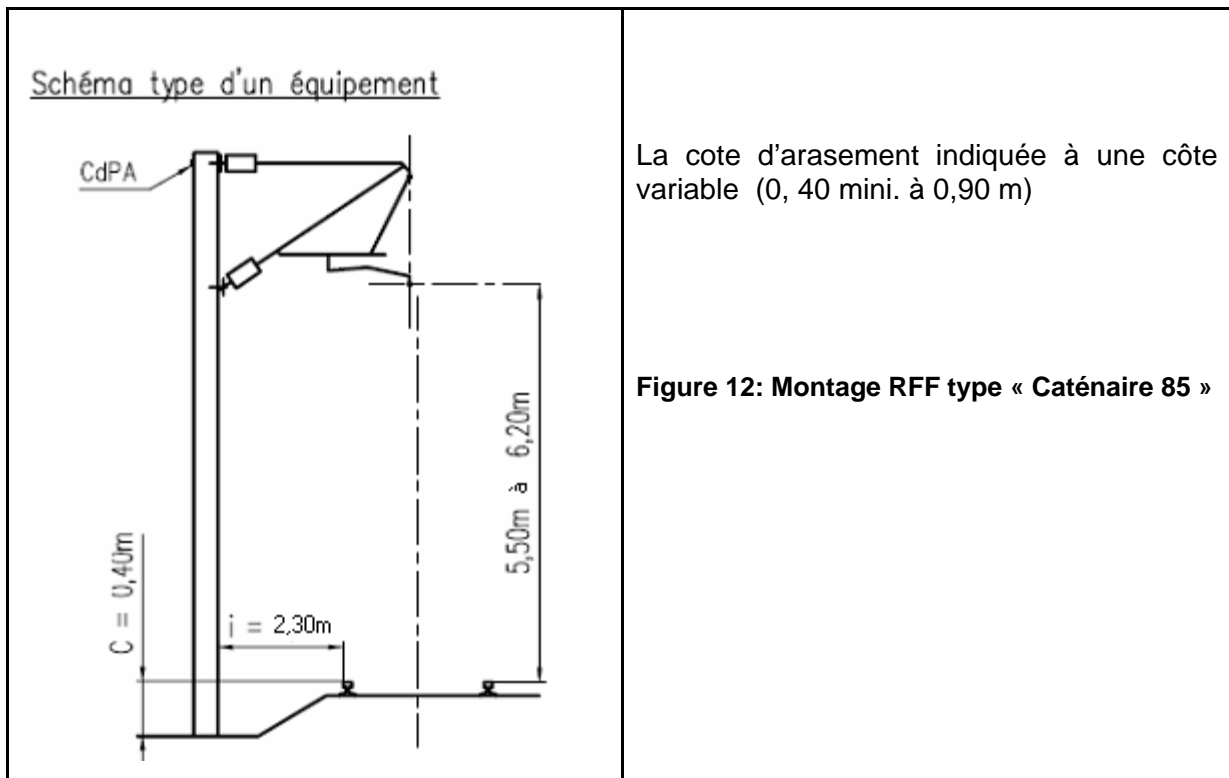
que le développement du pantographe soit suffisant au sens des prescriptions du paragraphe 5.3.2.5.

5. La hauteur des lignes aériennes de contact aux passages à niveau sera déterminée sur la base des prescriptions nationales en vigueur.
6. La hauteur du fil de contact et la vitesse du vent à prendre en considération sont définies dans le Registre de l'Infrastructure défini en Annexe D de la présente STI.

### 11.2.1 Débattement des pantographes

Les pantographes doivent être capables de fonctionner sous des hauteurs de fils de contact comprises entre 4 800 mm et 6 400 mm.

### 11.2.2 Hauteur du fil de contact standard RFF



La hauteur standard du fil de contact RFF est de 5,50 m de hauteur nominale à 6,20 m de hauteur maximale au droit de la suspension caténaire encadrant un passage à niveau. Il est à noter que le Standard RFF est en accord avec les valeurs requises dans l'arrêté interministériel FRANÇAIS du 17 mai 2001 amendé en avril 2002.



### 11.3 Montage Tunnel Référentiel Français RFF

Le montage type «Tunnel RFF ligne LGV 25000 Volts CA»a été reconduit sur le projet LTF (voir Figure 2).

Ce référentiel a été reproduit sur les lignes à grande vitesse en Grande-Bretagne.

Exemples d'application :

- Tunnel de Villejuste (etc....) en France,
- CTRL & Eurotunnel en Grande Bretagne.

La liste des documents applicables est indiquée dans le cadre réglementaire référencé : « Soumission 44 NORMES TECHNIQUES - VOLUME 1 - CADRE RÉGLEMENTAIRE ».

Il appartiendra au « **futur soumissionnaire** du sous système caténaire » de réaliser les tests décrits ci après (ou de fournir la copie des rapports d'essais déjà réalisés dans le cadre d'autres projets) :

- Résistance mécanique des consoles dan un milieu fermé (tunnel),
- Déformations résiduelles,
- Test de fatigues,
- Tests électriques,
- Test de tenue au feu,
- C.E.M (Compatibilité électromagnétique) : réaction de l'armement face aux perturbations liées aux champs électriques.