

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ – IMPIANTI DI SICUREZZA GÉNÉRALITÉS – GENERALE GÉNÉRALITÉS – ELABORATI GENERALI

CARACTÉRISTIQUES DES DÉTECTEURS DE BOÎTES CHAUDES – RELAZIONE TECNICA CARATTERISTICHE DEI RIVELATORI DI BOCCOLE CALDE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	Novembre 2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per la verifica C2B e la validazione C3.0	B. PAQUET (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	Décembre 2012	Emissione a seguito commenti LTF / CCF	B. PAQUET (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF / CCF	B. PAQUET (SETEC) R. DESCLODURE	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	5	9	4	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	50	00	00	10	04
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-


Technimon
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Marcarelli
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271/R




LYON TURIN FERROVAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Cet projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	8
1. INTRODUCTION	9
2. GLOSSAIRE	10
3. PRESENTATION DU SYSTEME DETECTION DE BOITES CHAUDES.....	10
3.1 Généralités	10
3.2 Objectifs du système.....	11
3.3 Topologie et géométrie des ouvrages	11
3.4 Cadre réglementaire.....	11
3.4.1 Directives européennes et normes STI.....	12
3.4.2 Règles CIG.....	12
3.4.3 Autres normes	12
3.5 Recensement des contraintes et performances	13
3.5.1 Contraintes	13
3.5.1.1 Contraintes de sécurité	13
3.5.1.2 Contraintes d'environnement.....	13
3.5.1.3 Contraintes d'exploitation et de maintenance.....	14
3.5.1.4 Contraintes de réalisation.....	15
3.5.1.5 Contraintes d'évolutivité	16
3.5.2 Performances.....	16
3.5.2.1 Généralités	17
3.5.2.2 Précision de la mesure.....	17
3.5.2.3 Temps de réaction	17
3.5.2.4 Fiabilité	17
3.5.2.5 Maintenance	17
3.5.2.6 Disponibilité.....	17
4. ANALYSE DES TECHNOLOGIES	18
4.1 DBC	18
4.1.1 Description	18
4.1.2 Mise en œuvre par intégration des DBC à une traverse.....	19
4.1.2.1 Description de la mise en oeuvre par intégration des DBC	19
4.1.2.2 Avantages.....	20
4.1.2.3 Inconvénients	20
4.1.3 Mise en œuvre par fixation sur traverses spéciales.....	20
4.1.3.1 Description de la mise en oeuvre par fixation des DBC	20
4.1.3.2 Avantages.....	21
4.1.3.3 Inconvénients	21
4.1.4 Mise en œuvre par intégration des DBC à une traverse.....	21
4.1.4.1 Description de la mise en oeuvre par intégration des DBC	22
4.1.4.2 Avantages.....	22
4.1.4.3 Avantages.....	22
4.1.5 Synthèse	22
4.2 Détecteurs d'essieux.....	23
4.2.1 Magnétique	23

4.2.1.1	Description	23
4.2.1.2	Avantages	23
4.2.1.3	Inconvénients	23
4.2.2	Electrique	24
4.2.2.1	Description	24
4.2.2.2	Avantages	25
4.2.2.3	Inconvénients	25
4.2.3	Synthèse	25
5.	ETUDE DE L'ARCHITECTURE ET ANALYSE FONCTIONNELLE.....	26
5.1	Architecture	26
5.1.1	Architecture générale	26
5.1.2	Capteurs	27
5.1.2.1	DBC	27
5.1.2.2	Détecteurs électroniques de roue	28
5.1.3	Câble de transmission et d'alimentation électrique	29
5.1.4	Poste	30
5.1.4.1	Poste local	30
5.1.4.2	Poste central	31
5.1.5	Interfaces	31
5.2	Analyse fonctionnelle	32
5.2.1	Fonctionnement du système.....	32
5.2.2	Exploitation du système	33
5.2.3	Equipements de terrain	33
5.2.3.1	DBC	33
5.2.3.2	Détecteurs électronique de roue	34
5.2.3.3	Capteurs de température.....	34
5.2.4	Traitement local	34
5.2.4.1	Poste local	34
5.2.5	Système de supervision	36
6.	SYNOPTIQUE D'IMPLANTATION DES DETECTEURS, PLAN DE DETAILS	37
6.1	Synoptique d'implantation	37
6.2	Plan d'implantation des capteurs.....	39
7.	PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	39
7.1	Capteurs	40
7.1.1	DBC	40
7.1.2	Détecteurs électroniques de roue	41
7.2	Armoires	42
7.2.1	Poste local en intérieur	42
7.2.2	Poste local en extérieur	43
8.	ELÉMENTS DE MISE EN ŒUVRE ET DE MAINTENANCE	44
8.1	Mise en oeuvre.....	44
8.1.1	Description	44
8.1.1.1	DBC	44
8.1.1.2	Détecteur électroniques de roue	46
8.1.1.3	Capteur de température	46
8.1.1.4	Poste local en intérieur	47
8.1.1.5	Poste local en extérieur	47

8.2	Maintenance.....	47
8.2.1	Préventive	48
8.2.2	Corrective.....	48
8.2.3	Rénovation ou maintenance extraordinaire	48
9.	BILAN DE PUISSANCE.....	48
10.	ANNEXES.....	49
10.1	Annexe 1.....	50
10.2	Annexe 2.....	51
	RESUME/RIASSUNTO	57
1.	INTRODUZIONE	58
2.	GLOSSARIO	59
3.	PRESENTAZIONE DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLE BOCCOLE CALDE.....	59
3.1	Generalità.....	59
3.2	Obiettivi del sistema	60
3.3	Topologia e geometria delle opere	60
3.4	Quadro regolamentare	60
3.4.1	Direttive europee e norme STI.....	61
3.4.2	Regole della CIG.....	61
3.4.3	Altre norme	61
3.5	Censimento di vincoli e prestazioni.....	62
3.5.1	Vincoli.....	62
3.5.1.1	Vincoli di sicurezza.....	62
3.5.1.2	Vincoli ambientali.....	62
3.5.1.3	Vincoli di esercizio e manutenzione	63
3.5.1.4	Vincoli di realizzazione	64
3.5.1.5	Vincoli di evoluzione	65
3.5.2	Prestazioni.....	65
3.5.2.1	Generalità.....	66
3.5.2.2	Precisione della misura	66
3.5.2.3	Tempi di reazione.....	66
3.5.2.4	Affidabilità	66
3.5.2.5	Manutenzione.....	66
3.5.2.6	Disponibilità.....	66
4.	ANALISI DELLE TECNOLOGIE.....	67
4.1	DBC	67
4.1.1	Descrizione	67
4.1.2	Messa in servizio mediante integrazione dei DBC a una traversina.....	68
4.1.2.1	Descrizione della messa in servizio mediante integrazione dei DBC.....	68
4.1.2.2	Vantaggi	69
4.1.2.3	Inconvenienti.....	69
4.1.3	Installazione mediante fissaggio su traversine speciali	69
4.1.3.1	Descrizione dell'installazione mediante fissaggio dei DBC.....	69
4.1.3.2	Vantaggi	70
4.1.3.3	Inconvenienti.....	70
4.1.4	Installazione mediante integrazione dei DBC a una traversina	70
4.1.4.1	Descrizione dell'installazione mediante integrazione dei DBC	71

4.1.4.2	Vantaggi	71
4.1.4.3	Inconvenienti	71
4.1.5	Sintesi	71
4.2	<i>Rivelatori di assi</i>	72
4.2.1	Tecnologia magnetica	72
4.2.1.1	Descrizione	72
4.2.1.2	Vantaggi	72
4.2.1.3	Inconvenienti	72
4.2.2	Tecnologia elettrica	73
4.2.2.1	Descrizione	73
4.2.2.2	Vantaggi	74
4.2.2.3	Inconvenienti	74
4.2.3	Sintesi	74
5.	<i>STUDIO DELL'ARCHITETTURA E ANALISI FUNZIONALE</i>	74
5.1	<i>Architettura</i>	75
5.1.1	Architettura generale	75
5.1.2	Captatori	75
5.1.2.1	DBC	76
5.1.2.2	Rivelatori elettronici di ruota	77
5.1.3	Cavo di trasmissione e alimentazione elettrica	78
5.1.4	Postazione	79
5.1.4.1	Postazione locale	79
5.1.4.2	Postazione centrale	80
5.1.5	Interfacce	80
5.2	<i>Analisi funzionale</i>	81
5.2.1	Funzionamento del sistema	81
5.2.2	Esercizio del sistema	82
5.2.3	Impianti di terra	82
5.2.3.1	DBC	82
5.2.3.2	Rivelatori elettronici di ruota	82
5.2.3.3	Captatori di temperatura	83
5.2.4	Elaborazione locale	83
5.2.4.1	Postazione locale	83
5.2.5	Sistema di supervisione	84
6.	<i>SINOTTICO DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI, PIANO DETTAGLIATO</i>	85
6.1	<i>Sinottico di installazione</i>	85
6.2	<i>Piano di installazione dei captatori</i>	88
7.	<i>PRESCRIZIONI TECNICHE</i>	88
7.1	<i>Captatori</i>	88
7.1.1	DBC	88
7.1.2	Rivelatori elettronici di ruota	89
7.2	<i>Armadi</i>	90
7.2.1	Postazione locale in interno	90
7.2.2	Postazione locale all'interno	91
8.	<i>ELEMENTI DI INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE</i>	92
8.1	<i>Installazione</i>	92
8.1.1	Descrizione	93

8.1.1.1	DBC	93
8.1.1.2	Rivelatori elettronici di ruota	95
8.1.1.3	Captatori di temperatura.....	95
8.1.1.4	Postazione locale interno	96
8.1.1.5	Postazione locale esterno	96
8.2	<i>Manutenzione</i>	96
8.2.1	Preventiva	96
8.2.2	Correttiva	97
8.2.3	Rinnovo o manutenzione straordinaria	97
9.	<i>BILANCIO DI POTENZA</i>	97
10.	<i>ALLEGATI</i>	98
10.1	<i>Allegato 1</i>	99
10.2	<i>Allegato 2</i>	100

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figure 1	- Schéma en coupe d'une boîte d'essieu	11
Figure 2	- Coupe type en tunnel. Zoom au niveau bas.....	16
Figure 3	- Exemple d'un schéma de description d'un capteur DBC	19
Figure 4	- Remplacement d'une traverse par une traverse spéciale Intégrant les DBC	20
Figure 5	- Mise en oeuvre par fixation sur traverses spéciales	21
Figure 6	- Système de fixation des DBC au rail par griffe.....	22
Figure 7	- Schéma de fonctionnement des circuits de voies.	24
Figure 8	- Schéma d'architecture générale du système de Détection de Boîtes Chaudes	26
Figure 9	- Principe de positionnement des DBC pour la lecture de température des boîtes d'essieux. Vues de dessus et de face.....	27
Figure 10	- Positionnement de l'ouverture pour la température dans la partie commune des fenêtres de lecture.....	28
Figure 11	- Positionnement et architecture des détecteurs électronique de roues (détecteurs essieux).....	29
Figure 12	- Architecture générale d'un poste local et ses capteurs de voie	30
Figure 13	- Plan d'implantation des capteurs pour le système de DBC en tunnel.....	39
Figure 14	- Schéma de positionnement d'un capteur DBC sur traverses spéciales avec support métallique préajusté.....	45
Figure 15	- Supports métalliques avec renforts latéraux pour la protection des capteurs.....	45
Figure 16	- Photo de montage des détecteurs d'essieux sur griffe avec protection du capteur	46
Figura 17	- Profilo di una boccola.....	60
Figura 18	- Taglio tipo in tunnel. Zoom al livello basso.....	65
Figura 19	- Esempio di uno schema di descrizione di un captatore DBC.....	68
Figura 20	- Sostituzione di una traversina con una traversina speciale che integra i DBC ...	69
Figura 21	- Sistema di fissaggio dei DBC alla rotaia mediante morsetto.	71
Figura 22	- Schema dell'architettura generale del sistema di rilevamento delle boccole calde	75
Figura 23	- Principio di posizionamento dei DBC per la lettura della temperatura delle boccole. Vista dall'alto e vista frontale.	76
Figura 24	- Posizionamento dell'apertura per la temperatura nella parte comune degli oblò di lettura.....	77

Figura 25 - Posizionamento e architettura dei rivelatori elettronici di ruota (rivelatori degli assi).....	78
Figura 26 - Architettura generale di una postazione locale e dei relativi captatori di binario	79
Figura 27 - Piano di installazione dei captore per il sistema di DBC in tunnel.	88
Figura 28 - Schema di posizionamento di un captatore DBC su traversine speciali con supporto metallico preadattato	93
Figura 29 - Supporti metallisi con rinforzi laterali per la protezione dei captatori.....	94
Figura 30 - Foto di installazione dei rilevatori di assi su morsetto con protezione del captatore	95

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tableau 1 – Bilan de puissance	49
Tableau 2 – Conditions d’environnement	50
Tableau 3 – Influences externes	52
Tabella 4 – Bilancio di potenza	98
Tabella 5 – Condizioni ambientali	99
Tabella 6 – Influenze esterne.....	101

RESUME/RIASSUNTO

La section transfrontalière de la partie commune de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon – Turin comprend les ouvrages suivants :

- Les raccordements à la ligne historique de Saint Jean de Maurienne
- La gare internationale de Saint Jean de Maurienne
- Le site de sécurité et de maintenance de Saint Jean de Maurienne
- Le tunnel de base
- La gare internationale de Suse
- Le site de sécurité et de maintenance de Suse
- Le tunnel d'interconnexion
- Les raccordements à la ligne historique de Bussoleno.

Afin d'alerter le PCC pour que des mesures d'exploitation et/ou de sécurité soient prises dans les meilleurs délais, différents systèmes surveillent les parties ferroviaires et non ferroviaires de cette zone.

L'objectif du système de détection de boîtes chaudes est de détecter un échauffement anormal d'une boîte d'essieu sur tout type de train.

Les détecteurs sont constitués de capteurs à infrarouges placés sur des traverses spéciales.

Ils sont positionnés sur les voies (ligne nouvelle et ligne historique) permettant l'accès aux tunnels de la zone LTF, ainsi qu'à proximité des têtes dans le tunnel de base.

La sezione transfrontaliera della parte comune della nuova linea ferroviaria Torino – Lione comprende le opere seguenti :

- I raccordi alla linea storica di Saint Jean de Maurienne
- La stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne
- Il sito di Saint Jean de Maurienne
- Il tunnel di base
- La stazione internazionale di Susa
- Il sito di Susa
- Il tunnel di interconnessione
- I raccordi alla linea storica di Bussoleno.

Allo scopo di dare l'allarme alla PCC per che misure di esercizio e/o di sicurezza siano adottate entro i migliori termini, vari sistemi sorvegliano le parti ferroviarie e non ferroviarie di questa zona.

L'obiettivo del sistema di rilevazione di temperatura boccole è di rilevare un surriscaldamento anormale di una boccola su qualsiasi tipo di treno.

I rivelatori sono costituiti da captatori ad infrarossi messi su traversine speciali.

Sono piazzati su binari (linea nuova e linea storica) che permettono l'accesso ai tunnel della zona LTF, così che a prossimità degli imbocchi nel tunnel di base

1. Introduction

Les gouvernements Italiens et Français ont décidé d'engager la réalisation d'une ligne ferroviaire nouvelle entre Lyon et Turin. Ce projet consiste au premier chef en l'aménagement d'un itinéraire Fret performant pour la traversée des Alpes, destiné notamment à limiter les trafics routiers transitant par ces zones écologiquement sensibles.

Cette nouvelle liaison comportera également une dimension voyageurs importante, dans la mesure où elle reliera les réseaux grande vitesse Français et Italien offrant ainsi des temps de parcours réduits entre deux régions frontalières attractives que sont le Piémont et la Savoie.

Bien que constituée de trois sections distinctes, dont deux nationales, seule la partie commune franco-italienne dite « internationale » entre Saint-Jean de Maurienne et Bussoleno est l'objet de notre étude.

La section ainsi considérée aura une longueur totale d'environ 67km et les principaux ouvrages la constituant seront les suivants :

- Les raccordements à la ligne historique de Saint Jean de Maurienne,
- La gare internationale de Saint Jean de Maurienne,
- Le site de sécurité et de maintenance de Saint Jean de Maurienne,
- Le tunnel de base de 57km, comprenant :
 - La descenderie de Saint Martin la Porte,
 - La descenderie de La Praz,
 - Le site de sécurité souterrain de La Praz,
 - Le puits de ventilation d'Avrieux,
 - La descenderie de Modane,
 - Le site de sécurité souterrain de Modane,
 - Le puits de ventilation de Clarea,
 - Le site de sécurité souterrain de Clarea,
 - La galerie de Maddalena,
- La gare internationale de Suse,
- Le site de sécurité et de maintenance de Suse,
- Le tunnel d'interconnexion d'une longueur de 2km,
- Les raccordements à la ligne historique de Bussoleno.

L'exploitation de la section internationale sera réalisée au moyen de deux Postes de Commande Centralisé (PCC) : 1 PCC à Saint Jean de Maurienne et 1 PCC à Suse. L'un des deux est actif, l'autre en stand-by.

2. Glossaire

C2	Câble non propagateur de flammes
CIG	Commission InterGouvernementale franco-italienne
CR1/C1	Câble résistant au feu et non propagateur de l'incendie
GTF	Gestion Technique Ferroviaire
IK	Indice de résistance au chocs mécaniques
IP	Indice de Protection
LTF	Lyon Turin Ferroviaire
PCC	Poste de Commande Centralisé
RFF	Réseau Ferré de France
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
STI	Spécifications Techniques d'Interopérabilité
TGBT	Tableau Général Basse Tension
UIC	Union Internationale de Chemins de fer

3. Présentation du système Détection de boîtes chaudes

Nous présenterons, ici, le système de détection de boîtes chaudes installé au titre des équipements de sécurité.

Pour cela, après avoir restitué le système dans son contexte et énoncé ses objectifs, nous porterons attention aux ouvrages et cadres réglementaires l'influençant. Enfin, nous listerons les **contraintes** auxquelles il est soumis et les performances à atteindre.

3.1 Généralités

En dépit de l'amélioration des normes et techniques d'entretien des équipements, les exploitants des réseaux ferroviaires reconnaissent qu'il n'est pas possible d'éliminer complètement le danger potentiel d'avoir des déraillements dus à la rupture d'un essieu.

Or, l'une des causes principales de rupture d'essieu est la surchauffe d'un roulement d'essieu. Prise à temps, cette surchauffe peut n'entraîner qu'une simple inspection en atelier du roulement incriminé, mais les effets peuvent aussi être le déraillement du train et ses conséquences graves sur les réseaux en cas d'absence de détection.

L'utilisation de détection de boîtes chaudes sur les réseaux ferrés prévient des accidents qui pourraient résulter de la surchauffe d'un roulement d'essieu.

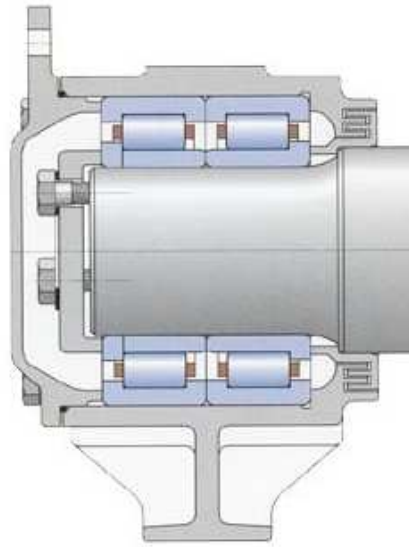


Figure 1 - Schéma en coupe d'une boîte d'essieu

Par la suite, nous écrirons DBC pour Détecteurs de Boîtes Chaudes.

3.2 Objectifs du système

"Le dispositif de détection de boîte d'essieu doit être en mesure, dans un laps de temps au cours duquel la température augmente habituellement, de détecter un échauffement anormal d'une boîte d'essieu." (prescription STI).

3.3 Topologie et géométrie des ouvrages

Le choix d'architecture du système de détection de boîte chaude dépendra :

- Du profil en long,
- Des coupes types en tunnel,
- De la position des locaux techniques,
- De la position des descenderies,
- De la position des lieux d'arrêts des trains ayant fait l'objet d'une détection de boîte chaude,
- Des contraintes physiques imposées sur les réseaux encadrants

3.4 Cadre réglementaire

Le présent paragraphe recense les différentes réglementations, normes et standards en Europe, en Italie, en France et à l'international ayant un impact sur l'étude du système de détection de boîtes chaudes.

La priorité d'application des règles retenues pour ce projet sera conforme à la Soumission 37 relative aux principes du cadre réglementaire de la sécurité (§2.5 Hiérarchie de normes) :

- Les directives européennes et les normes STI s'appliquent prioritairement au projet.

- A défaut, les règles édictées par la CIG priment ensuite sur les règles nationales. La CIG peut édicter des règles plus sévères que les directives européennes et normes STI sauf pour le matériel roulant.
- A défaut de directive européenne, de norme STI ou de règle de la CIG, la norme nationale la plus sévère s'applique, sous réserve du maintien de la cohérence d'ensemble des dispositions.

Les règles sont les mêmes sur l'ensemble de la partie commune.

3.4.1 Directives européennes et normes STI

Dans ce paragraphe nous listons l'ensemble des normes et directives européennes ainsi que les spécifications techniques d'interopérabilité.

- Spécifications Techniques d'Interopérabilité reprises par les décisions suivantes du Conseil Européen : 2002/730/CE, 2002/731/CE, 2002/732/CE, 2002/733/CE, 2002/734/CE, et 2002/735/CE
- Directive du Conseil Européen 96/48/CE (relative à l'interopérabilité ferroviaire grande vitesse en matière de sécurité),
- Directive du Conseil Européen n° 73/23/EEC : « Directive basse tension ».
- Directive européenne CEM 89/336/CEE (norme ENV50121-4) : "Applications ferroviaires - Compatibilité électromagnétique"
- Directive européenne DBT 93/68/CEE (norme NF EN 60950) : "Matériels de traitement de l'information - Sécurité"
- NF EN 61587-1 : "essais climatiques, mécaniques et aspects de sécurité des baies, bâtis, bacs à cartes et châssis".
- NF EN 61587-3 : "essais de fonctionnement du blindage électromagnétique pour les baies, bâtis, bacs à cartes et châssis ".

3.4.2 Règles CIG

Après avoir listé les règlements européens, qui sont prépondérants sur les autres, nous recensons les critères dictés par la CIG et applicables au système de détection de boîtes chaudes.

- Critères CIG-22 version du 31/03/2010.

3.4.3 Autres normes

Enfin, après les règlements européens et ceux de la CIG, nous listons ici les règles nationales et internationales qui ne rentrent pas dans les deux premières catégories.

- UIC 515 "Voitures – Organes de roulement",
- UIC 779-9 : "Sécurité dans les tunnels ferroviaires",
- CEI 364-3 : "Installations électriques des bâtiments – détermination des caractéristiques générales",

- Codes du travail français et italien.

3.5 Recensement des contraintes et performances

Après avoir énoncé les généralités sur le système de détection de boîtes chaudes et considéré les ouvrages et règlements le contraignant, nous recensons les contraintes physiques auxquelles celui-ci est soumis puis nous listons les performances à atteindre.

3.5.1 Contraintes

Le présent paragraphe recense les contraintes de tout type auxquelles doivent obéir la conception et la réalisation du système de détection de boîtes chaudes.

3.5.1.1 Contraintes de sécurité

- Contraintes fonctionnelles

Le déclenchement d'un des détecteurs de boîtes chaudes génèrera une alarme transmise automatiquement et immédiatement au PCC, incluant les informations caractéristiques suivantes :

- o Date et heure de l'incident,
- o L'identification du détecteur,
- o L'identification et le sens de marche du train,
- o La position de l'essieu et le côté avarié,
- o Le niveau d'alarme.

Les équipements fixes seront conçus pour détecter et transmettre deux niveaux d'alarme :

- o Température anormale exigeant une inspection de la boîte d'essieu,
- o Température dangereuse exigeant une intervention immédiate.

- Sécurité des biens et des personnes

Les installations du système mises en œuvre devront être conçues et réalisées en parfaite conformité avec les réglementations et normes relatives à la sécurité des biens et des personnes.

Tous les câbles électriques, tuyaux et autres éléments constitutifs du système en tunnel ne devront pas contenir de matériaux :

- halogènes,
- propagateurs d'incendie,
- émetteurs de fumées toxiques.

3.5.1.2 Contraintes d'environnement

Les conditions d'environnement minimales à l'intérieur et à l'extérieur du tunnel sont disponibles dans l'annexe 1.

En extérieur, les conditions climatiques seront celles d'une vallée alpine des Alpes avec des têtes de tunnel à 600m d'altitude environ.

La roche dans laquelle est taillée le tunnel est une roche chaude. La température dans le tunnel y compris dans les rameaux peut atteindre 32°C.

Au niveau des sites d'intervention, un système d'aspersion d'eau est prévu sur 750 m.

Le passage du train produit un effet de piston et génère une surpression à l'avant de celui-ci et une dépression à l'arrière en tunnel. La variation maximale de pression due au passage des trains sera de l'ordre de 10 kPa.

L'usure de la caténaire provoque de la poussière de cuivre source d'encrassement possible des capteurs.

Dû aux poids des convois, les rails auront un taux d'usure important, ce qui a pour effet de générer des poussières d'acier (à titre d'exemple, les rails du tunnel sous la Manche ont été changés une fois en 10 ans d'exploitation)

La construction des tunnels produira de la poussière de béton. La quantité sera importante en début d'exploitation et réduira au fur et à mesure l'exploitation.

D'après l'expérience du tunnel sous la Manche, de nombreuses graisses et autres substances parasites seront susceptibles de se répandre sur les matériels.

Le passage des trains dans les tubes générera de fortes vibrations.

3.5.1.3 Contraintes d'exploitation et de maintenance

Les détecteurs de boîtes chaudes devront pouvoir détecter les échauffements des boîtes d'essieux des trains.

Les DBC devront pouvoir détecter les anomalies sur les trains assez tôt pour permettre à tous les trains de s'arrêter sur les sites prévus à cet effet.

Les trains seront susceptibles de circuler dans les deux sens sur chacune des voies.

La vitesse des trains en tunnel sera comprise entre 100 et 220 km/h.

Toutes les boîtes d'essieux des trains sont équipées d'une fenêtre de lecture de la température des essieux. Celles-ci sont horizontales, situées sous la boîte d'essieu.

Ces fenêtres de lecture sont de taille et de position variable en fonction du type d'essieu installé sur les bogies des trains.

- Maintenance

La maintenance sera prévue 4 heures par nuit sur tout ou partie de l'une des deux voies, pour la ligne nouvelle.

La maintenance sera prévue 2h par voie, successivement sur chacune des voies, en période de jour, pour la ligne historique.

Les interventions de maintenance sur les équipements à proximité des descenderies et en dehors de la plate-forme ferroviaire pourront se faire pendant l'exploitation ferroviaire.

Le nettoyage du tunnel se fera par projection d'eau. D'autres produits de nettoyage sont à prévoir mais ne sont pas connus à ce jour.

A des fins de clarification, nous précisons les notions suivantes :

« Par maintenance préventive, on entend un type de maintenance exécuté à des intervalles prédéterminés ou en accord avec des critères prescrits et qui vise à réduire les probabilités de panne ou la dégradation du fonctionnement d'une entité.

Par maintenance corrective on entend la maintenance exécutée suite à la constatation d'une panne et qui vise à remettre une entité dans un état la rendant à nouveau capable d'exécuter la fonction demandée.

Par maintenance exceptionnelle, on entend une action entreprise volontairement pour améliorer la fiabilité et/ou renforcer l'infrastructure au moyen d'interventions qui augmentent la valeur du patrimoine. »

- o Préventive :
Sans objet.
- o Corrective :
Toutes les pièces nécessaires à la maintenance du système devront être disponibles sur 15 ans.
- o Exceptionnelle :

Le système ne pourra être remplacé qu'après au moins 15 ans d'exploitation.

3.5.1.4 Contraintes de réalisation

L'emplacement disponible pour implanter les équipements de détection de boîtes chaudes dans les tubes sera contraint par les éléments suivants :

- Installation

En tunnel, les voies seront posées sur des blochets en béton. Cela pourra amener à prendre des dispositions particulières pour la mise en place de nos équipements.

L'emplacement disponible pour implanter les équipements de traitement des informations issues des DBC sera contraint par la place disponible dans les locaux techniques et la distance entre ces locaux et les voies.

L'emplacement disponible pour implanter les équipements dans le tube sera contraint par la coupe type en section courante, niveau bas, tel que représenté sur la figure suivante.

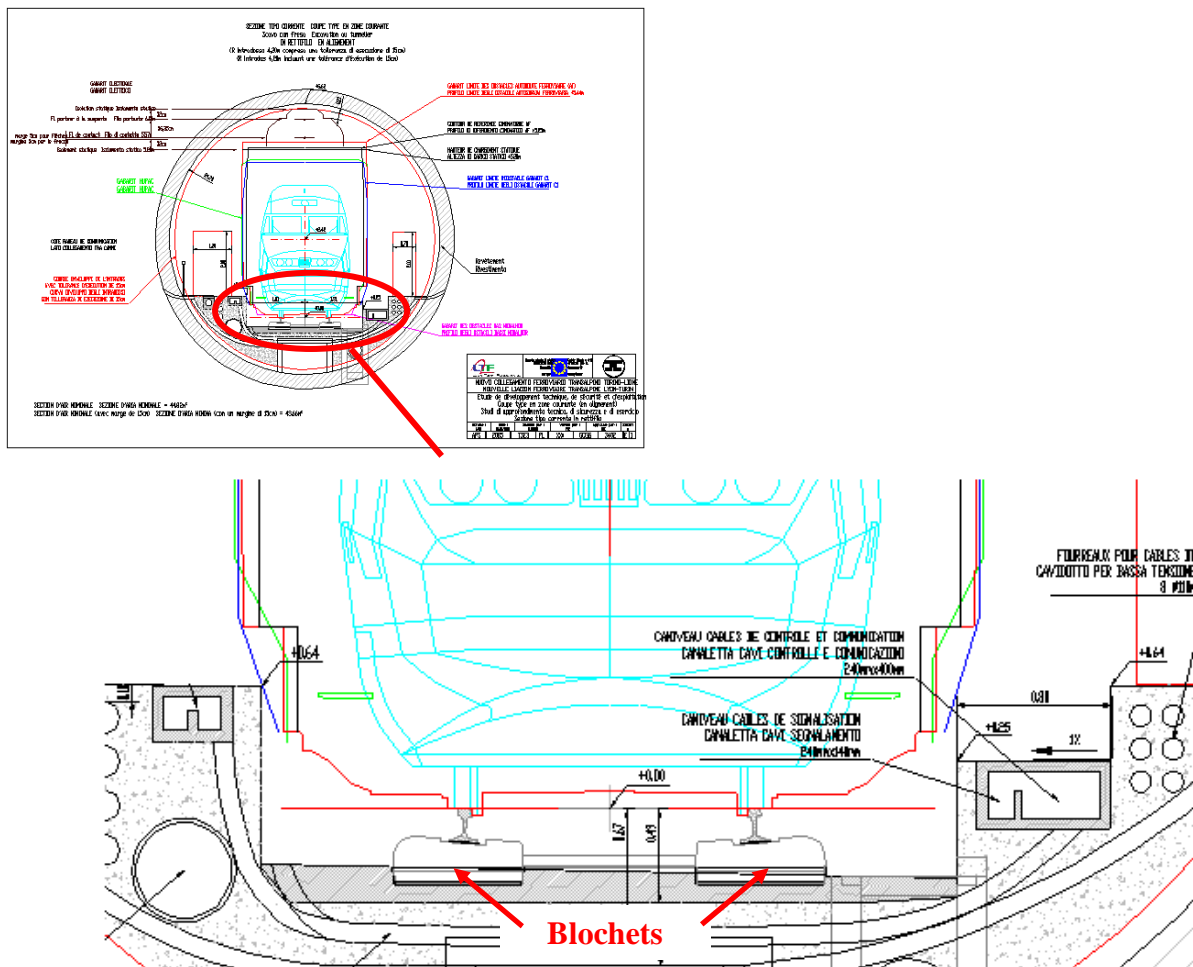


Figure 2 - Coupe type en tunnel. Zoom au niveau bas

3.5.1.5 Contraintes d'évolutivité

Les unités de gestion des DBC côté Saint Jean de Maurienne et Borgone (ligne historique côté Italie) seront dimensionnées en prenant en compte les diverses évolutions des besoins liés au phasage des gares.

Les nouveaux équipements installés après la mise en service de la zone LTF devront pouvoir s'interfacer avec les équipements déjà mis en œuvre.

3.5.2 Performances

Après avoir regardé les différentes contraintes auxquelles sera soumis le système de détection de boîtes chaudes, nous établissons ici les performances que celui-ci doit atteindre. Celles-ci ont été séparées en six points. Nous verrons d'abord les performances générales puis celles liées à la précision de la mesure, au temps de réaction espéré pour le système, à sa fiabilité, à la maintenance et à la disponibilité.

3.5.2.1 Généralités

Le système devra satisfaire à l'ensemble des contraintes énoncées ci-avant.

3.5.2.2 Précision de la mesure

La capture des radiations thermiques devra être réalisée sur une échelle de température allant de 0°C à 150°C minimum.

La précision sur la mesure de température des boîtes d'essieux devra être inférieure à 3°C jusqu'à 90°C et inférieure à 5°C pour les températures supérieures à 90°C.

3.5.2.3 Temps de réaction

Le temps de traitement général des alarmes d'exploitation depuis la détection d'une anomalie jusqu'à la prise en compte au PCC ne devra pas dépasser 10 secondes.

3.5.2.4 Fiabilité

En phase d'exploitation normale du système, la production de fausses alarmes ne devra pas être supérieure à 1 pour 1000 alarmes générées.

3.5.2.5 Maintenance

- Préventive :

Le temps entre deux maintenances préventives ne saura être inférieur à 15 jours en tunnel et à 6 mois hors tunnels.

- Corrective :

Le temps entre deux maintenances correctives sur une même pièce d'un équipement ne saura être inférieur à 12 mois.

- Exceptionnelle :

Sans objet.

3.5.2.6 Disponibilité

Les équipements du système de détection de boîtes chaudes situés sur la ligne nouvelle seront au plus indisponibles 4h la nuit tous les deux jours.

Les équipements du système de détection de boîtes chaudes situés sur la ligne historique seront au plus indisponibles 2h par jour tous les jours.

4. Analyse des technologies

Le présent paragraphe établit une analyse comparative des technologies actuellement présentes sur le marché et, dans la mesure du possible, celles qui seront développées à court et moyen terme.

L'objectif de cette analyse est double :

- Proposer, au jour d'aujourd'hui, la technologie la plus appropriée aux contraintes, objectifs et performances énoncées précédemment.
- Déceler dès maintenant les technologies, qui bien que considérées comme fiables à l'heure actuelle, seront obsolètes à moyen terme et donc à proscrire lors de la réalisation de l'ouvrage.

La suite de ce document propose l'étude des technologies pour la détection de boîtes chaudes et la détection d'essieux.

4.1 DBC

De tous les équipements pour la détection de boîtes chaudes que nous avons pu recenser sur le marché mondial (Afrique, Autriche, Chine, Etats-Unis, France, Italie...), nous avons constaté que les technologies et principes de fonctionnement étaient relativement proches. La description que nous allons proposer est donc assez large pour satisfaire aux différents systèmes étudiés. Seuls les principes de mise en œuvre et les spécifications techniques permettront de différencier les équipements existants.

4.1.1 Description

Tous les objets émettent de la chaleur par rayonnement, sous la forme d'ondes électromagnétiques, ou bien par conduction ou convection.

L'énergie thermique qui rayonne d'un objet augmente lorsque celui-ci devient plus chaud. La mesure de cette énergie thermique permet à un capteur infrarouge de calculer la température de l'objet.

Le principe de fonctionnement de ce type de détecteur est donc de capter par un récepteur sensible aux rayonnements infrarouges (IR) le rayonnement thermique issu de la fenêtre d'ouverture d'une boîte d'essieu d'un train passant au droit du capteur.

Selon les fournisseurs de ces équipements, du fait des nombreuses contraintes d'encrassement liées au passage du train, la cellule de mesure du capteur peut ne pas être directement mise au droit de l'ouverture de la fenêtre de la boîte d'essieu. Un système optique, constitué d'un miroir et de lentilles, est mis en place afin de rediriger le rayon de la boîte d'essieu vers la cellule de mesure IR.

La cellule IR qui réalise la mesure est un élément nécessitant des conditions de fonctionnement très spécifiques. La plupart des modèles étudiés nécessitent quelle soit asservie en température pour que la valeur de référence de mesure soit constante. Cette fonction nécessite des besoins particuliers en alimentation.

Sur certains modèles étudiés, et ce afin de limiter l'infiltration d'impuretés à l'intérieur du capteur lorsque le système n'est pas actif, un volet de fermeture est prévu sur l'orifice permettant la lecture. Ce volet peut être commandé à distance en ouverture et fermeture.

Entre deux mesures sur des trains différents, certains systèmes procèdent à un autocalibrage. Cette fonction permet aussi de déterminer le taux d'encrassement du capteur : si l'autocalibrage n'est plus possible, c'est à dire que la valeur seuil de mesure arrive en butée, c'est que le taux d'impuretés est devenu trop important sur les optiques. Un signal prévenant de la nécessité d'une opération de maintenance est alors généré.

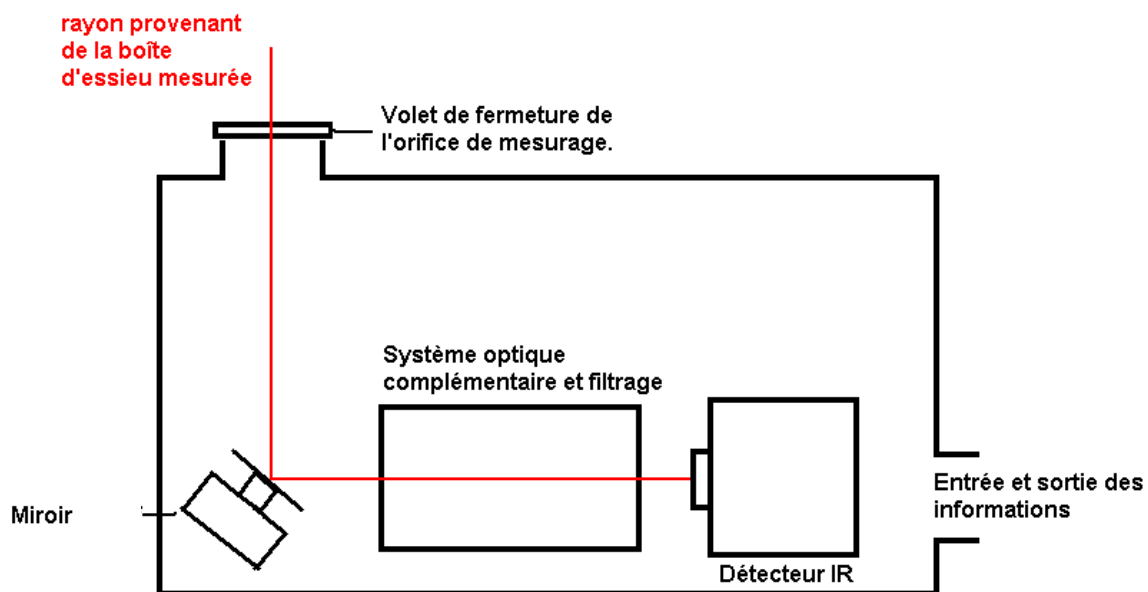


Figure 3 - Exemple d'un schéma de description d'un capteur DBC

4.1.2 Mise en œuvre par intégration des DBC à une traverse

Mise en œuvre par intégration des DBC à une traverse

4.1.2.1 Description de la mise en oeuvre par intégration des DBC

Les rails sont fixés sur traverses ou des blochets et y sont solidaires. Etant donné que les DBC doivent pouvoir lire la température des boîtes d'essieux à travers une fenêtre d'ouverture de faible taille (quelques centimètres), il doivent être positionnés de telle sorte que la distance au rail, et donc la distance à la fenêtre de lecture, soit constante.

En remplaçant une traverse par une traverse spéciale intégrant les détecteurs de boîtes chaudes, on s'assure que la fenêtre de lecture des boîtes d'essieux soit toujours alignée avec le capteur.



Figure 4 - Remplacement d'une traverse par une traverse spéciale Intégrant les DBC

4.1.2.2 Avantages

Aucun dérèglement possible de la position du capteur par rapport à la voie, et donc par rapport à la fenêtre de lecture de la boîte d'essieux.

4.1.2.3 Inconvénients

Certains des équipements de détection de boîtes chaudes vont être placés en tunnel. Les opérations de pose des rails seront réalisées avant les opérations de positionnement des équipements électriques, de ventilation, de sécurité, ...

Ces dernières opérations vont générer des perturbations et un fort taux d'encrassement des équipements déjà en place et du tunnel en général. En intégrant les DBC directement dans une traverse, on génère un risque que le matériel soit endommagé durant les phases post-Génie Civil.

De plus, pour les opérations de bourrage du ballast, les capteurs devront pouvoir être enlevés sous peine d'être endommagés par la bourreuse.

4.1.3 Mise en œuvre par fixation sur traverses spéciales

Sur un principe un peu similaire à celui décrit précédemment, nous décrivons une méthode de positionnement des DBC liée à des traverses spéciales, sauf que dans ce cas là, il s'agit juste de les y fixer.

4.1.3.1 Description de la mise en oeuvre par fixation des DBC

En fixant les DBC directement à la traverse déjà en place, on s'assure ainsi qu'aucun dérèglement ne soit possible et que la lecture soit réalisable même en cas d'affaissement des rails ou de leur vibration au passage des trains.



Figure 5 - Mise en oeuvre par fixation sur traverses spéciales

4.1.3.2 Avantages

En ne plaçant les équipements de détection de boîtes chaudes que lors de la mise en place du reste des équipements de sécurité, et non lors des opérations de génie civil, on limite les encrassements intempestifs et les risques d'endommagement du matériel qui pourraient arriver lors des phases situées entre celle du génie civil et celles de la mise en place des équipements.

Pour les équipements qui seront installés en extérieur du tunnel, l'opération qui consiste à démonter les capteurs lors du bourrage du ballast et les remonter après peut être simplifiée en fonction des méthodes de fixation utilisées pour les capteurs. Une fois les capteurs enlevés, il ne reste plus qu'une simple traverse qui n'engendrera aucune contrainte particulière sur la bourreuse.

4.1.3.3 Inconvénients

Positionner les DBC sur des traverses spéciales de façon stable nécessite que des points d'attaches spécifiques soient disponibles. Il faut prendre en compte que ce type de fixation pourra engendrer la nécessité de mettre en place des traverses spéciales, avec des emplacements et un écartement spécifiques dédiés à la fixation des équipements.

4.1.4 Mise en œuvre par intégration des DBC à une traverse

Afin d'éviter les contraintes liées à la mise en place de traverses spéciales, nous étudions ici une méthode de fixation des DBC directement aux rails.

4.1.4.1 Description de la mise en oeuvre par intégration des DBC

Le capteur DBC est positionné directement au rail à l'aide d'une griffe spéciale de fixation.



Figure 6 - Système de fixation des DBC au rail par griffe.

4.1.4.2 Avantages

Il n'y a pas besoin de mettre en place de traverse spéciale pour la fixation des capteurs.

4.1.4.3 Avantages

Ce type de fixation au rail augmente les contraintes de vibrations sur les capteurs, ce qui en endommage plus rapidement les éléments constitutifs. De plus, lors d'opérations de bourrage du ballast, les capteurs doivent être complètement enlevés, ce qui nécessite une nouvelle opération de réglage lors de leur remise en œuvre.

4.1.5 Synthèse

Afin de limiter le taux d'encrassement des capteurs, nous préconisons que les DBC soient constitués de telle sorte que le capteur IR ne soit pas directement positionné au droit de l'ouverture de mesure. De plus, un volet de fermeture de l'orifice de lecture devra être mis en place. Ce volet pourra être commandé en ouverture et fermeture à distance.

Nous préconisons de plus que le système mis en place soit capable de réaliser une autocalibration régulière, ainsi que la détection de son taux d'encrassement par dépassement d'une valeur seuil engendrant la génération d'une alarme vers le poste local.

Pour la mise en œuvre des capteurs sur la voie, nous ne retiendrons pas la solution de fixation directe au rail, puisque celle-ci semble, par expérience, dégrader de façon précoce les capteurs de voie.

La solution consistant à intégrer les capteurs dans la traverse elle-même ne nous paraît pas non plus être la meilleure solution compte tenu de l'implantation des équipements en tunnel et des raisons que nous avons données précédemment.

La solution consistant à fixer les DBC sur des traverses indépendantes nous paraît répondre le mieux aux attentes et contraintes du système. C'est celle-ci que nous choisirons de mettre en place.

4.2 Détecteurs d'essieux

Il s'agit d'un système permettant de prévenir du passage d'un train. Ceci est utile pour la détection de boîtes chaudes dans la mesure où il faut préparer la lecture de la température de la boîte d'essieu en détectant l'arrivée d'un train et synchroniser cette lecture avec le passage de la fenêtre de lecture au droit du capteur.

L'emplacement de la fenêtre de lecture correspond au centre de la roue.

4.2.1 Magnétique

La première technologie présentée utilise un oscillateur magnétique réagissant au passage d'une roue d'un train.

4.2.1.1 Description

Le système se compose d'un détecteur magnétique placé le long du rail et de son électronique de traitement, placée dans un boîtier le long de la voie.

L'électronique de traitement est raccordée au détecteur magnétique, et le tout oscille à une certaine fréquence. Cette fréquence est transmise à l'unité de traitement des DBC située dans le poste local des DBC, près de la voie.

Lors du passage d'une pièce métallique dans le champ magnétique du détecteur, le système est désaccordé et la transmission de ladite fréquence est interrompue. On peut alors déterminer avec précision la présence d'une roue d'un train aux endroits d'implantation des détecteurs d'essieux, et donc connaître le moment de passage des trains.

4.2.1.2 Avantages

Le temps de réponse et la précision sur la mesure de ce dispositif sont adaptés au type de mesure à réaliser.

La mesure se fait sans aucun contact avec l'élément à mesurer. Elle peut être réalisée jusqu'à des vitesses supérieures à 350km/h.

Cette technologie a été largement éprouvée à ce jour et est considérée comme fiable et efficace. La majorité des équipements de détection d'essieux liés à la détection de boîtes chaudes installée sur les réseaux ferroviaires français utilise cette technologie.

L'installation de ce type de capteurs est simple et rapide.

4.2.1.3 Inconvénients

La nécessité du positionnement des capteurs de ce système à proximité du bandage des roues le rend vulnérable lors du passage des trains, notamment à cause des pièces traînantes.

Ce risque peut être réduit en plaçant ces détecteurs sur des griffes individuelles de protection (protection par des pièces métalliques situées de chaque côté du capteur. Voir figure 11).

4.2.2 Electrique

La seconde technologie présentée est celle qui permet sur le réseau ferroviaire français de repérer la présence de train par cantons.

4.2.2.1 Description

Les deux rails de chaque canton servent de conducteurs pour un circuit de voie isolé ; à cet effet, les rails, montés sur des traverses isolantes, sont pourvus à leur extrémité de joints isolants. L'alimentation du circuit de voie est branchée à un bout de ce circuit, tandis que le relais de voie est connecté à l'autre bout.

En l'absence de train, le relais de voie est excité, tandis que la présence d'une circulation, en court-circuitant les fils de rails par les essieux, a pour effet de désexciter ce relais.

D'ailleurs, une rupture de conducteur dans le circuit de voie, en particulier une rupture de rail, produit le même effet, ce qui alerte le service et accélère la réparation.

Les circuits de voies sont apparus en France après guerre, utilisant des impulsions de tension élevée (3 impulsions par seconde, d'une durée de quelques millisecondes).

Ceux-ci présentent l'avantage d'assurer un meilleur contact roue-rail sur rails sales ou oxydés, tout en consommant moins d'énergie. Par ailleurs, ce circuit de voie est, par sa technologie, insensible aux perturbations provoquées par les hacheurs des engins moteurs.

Pour pouvoir utiliser les longs rails soudés, progrès caractéristique de la voie moderne, il a fallu se libérer de la nécessité d'installer des joints isolants au bout des circuits de voie sans joint.

La solution a été trouvée grâce à l'utilisation de courants de fréquences sélectionnées dans les circuits de voie, où les files de rails servent à former des boucles constituant chacune un circuit accordé.

Dans ces conditions, les extrémités des circuits de voie n'exigent pas une rupture dans la continuité métallique des rails, mais comportent en certains points des liaisons réunissant les deux files.

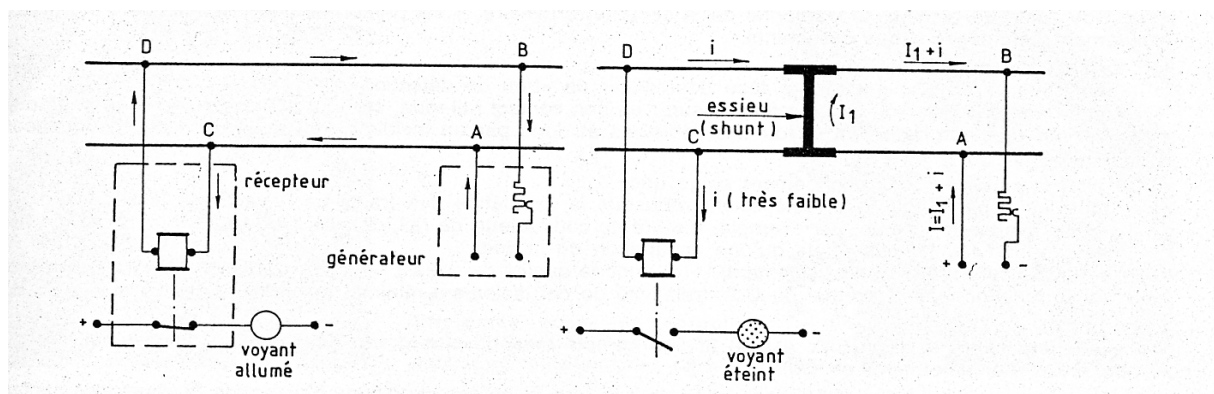


Figure 7 - Schéma de fonctionnement des circuits de voies.

4.2.2.2 Avantages

Cette technologie a été largement éprouvée à ce jour et est considérée comme fiable et efficace.

La majorité des équipements pour la signalisation des voies sur les réseaux ferrés français utilise cette technologie pour détecter le passage d'un train.

Ces équipements sont présents sur les voies et peuvent être réutilisés pour notre système.

4.2.2.3 Inconvénients

Les positions du début et de la fin des cantons sont fixées et ne correspondront pas forcément à nos besoins lors du placement de nos DBC. Nous ne pourrons pas avoir de contrôle sur le temps entre le passage du train au début ou à la fin du canton et son passage sur le DBC. Nous rappelons que ce temps contraint celui de l'ouverture du clapet de protection contre les impuretés.

Cette solution ne permet pas non plus de réaliser le comptage des essieux entrants et sortants, information pouvant servir à valider le passage complet du train.

La précision sur la détection est de l'ordre du canton. Elle pourra être suffisante pour prévenir de l'arrivée de trains, mais insuffisante pour synchroniser la mesure de température des boîtes. Dans tous les cas, nous aurons donc besoin de mettre en place un dispositif plus précis au niveau des DBC pour synchroniser la mesure.

4.2.3 Synthèse

La technologie électrique par mise en place de circuits de voie ne nous permet pas de satisfaire aux exigences de précision imposées par le système, notamment liées à la synchronisation de la mesure avec le passage de la fenêtre d'ouverture de la boîte d'essieu.

De plus, la longueur des cantons étant supérieure à la distance d'arrêt des trains au moins pour la partie française (critère SNCF), celle-ci est au moins de l'ordre du kilomètre. Ceci signifie que durant la totalité du temps que met un train pour parcourir ce kilomètre, le capot de protection du DBC va être ouvert.

L'utilisation des détecteurs magnétiques permet quant à elle un positionnement variable. En général, ils sont situés à une centaine de mètres de part et d'autre de chaque DBC. Ceci signifie que le capot de protection n'est plus ouvert que sur un temps correspondant au parcours de 200 mètres par le train. L'encrassement des DBC par l'utilisation de détecteurs magnétiques sera inférieur à celui utilisant des circuits de voies.

La technologie magnétique est celle qui est majoritairement employée pour les applications de détection de boîtes chaudes. Pour sa fiabilité déjà démontrée et les performances fournies, nous choisirons de la mettre en place pour la fonction de détection d'essieux de notre système.

5. Etude de l'architecture et analyse fonctionnelle

Le présent paragraphe décrit l'architecture globale du système, c'est-à-dire depuis le ou les équipements de terrain jusqu'à leur point de raccordement au réseau de télécommunications. Nous explicitons en particulier le nombre de capteurs, leur positionnement optimal, le nombre et les caractéristiques des postes de mesure à mettre en œuvre etc.

Nous associons à l'architecture une description fonctionnelle du système considéré.

5.1 Architecture

Maintenant que le choix des technologies a été fait, nous allons nous intéresser à l'architecture du système.

Après une brève présentation schématique de l'architecture générale, nous commençons notre description en nous penchant sur les capteurs, puis les câbles d'alimentation électrique et de transmission avant de finir par les postes locaux et les différentes interfaces, notamment électriques et de communication.

5.1.1 Architecture générale

Le schéma suivant présente un résumé de l'architecture du système.

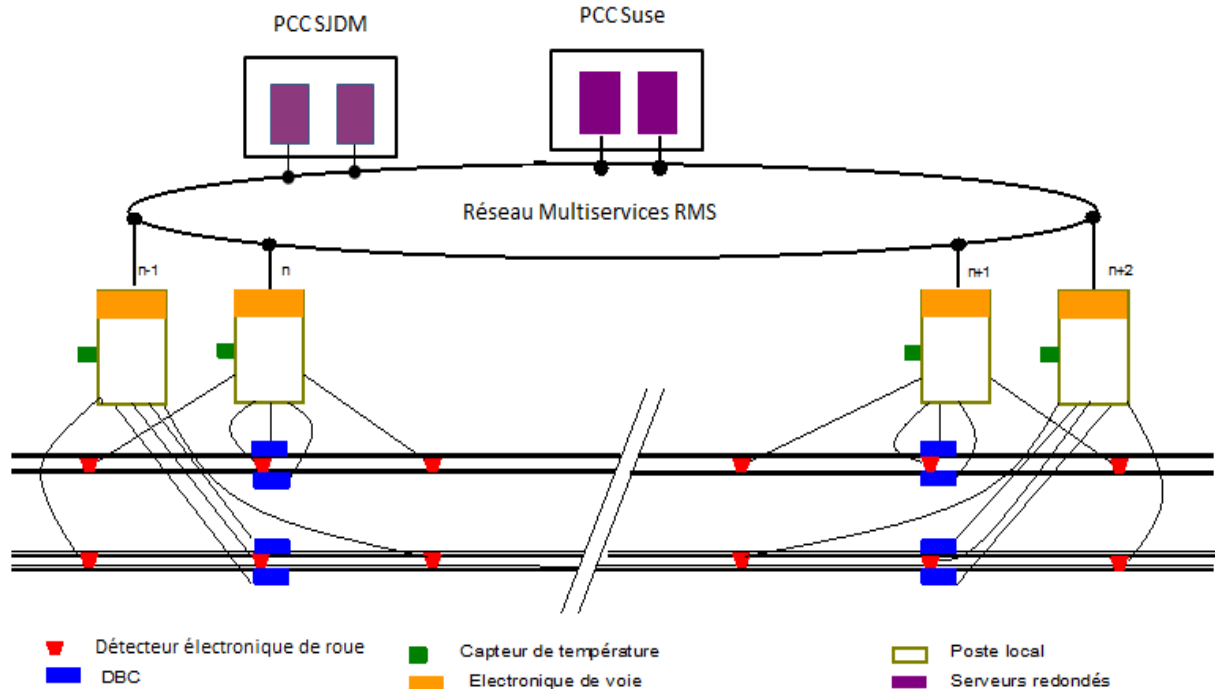


Figure 8 - Schéma d'architecture générale du système de Détection de Boîtes Chaudes

5.1.2 Capteurs

Pour le système de détection de boîtes chaudes, nous commençons par présenter l'architecture des différents capteurs à installer.

5.1.2.1 DBC

Chaque DBC devra être installé près des rails, de chaque côté extérieur des voies, ceci afin de pouvoir lire la fenêtre d'ouverture des boîtes d'essieux de trains (il y a deux boîtes d'essieux par essieu, une sur chacun des côtés du train).

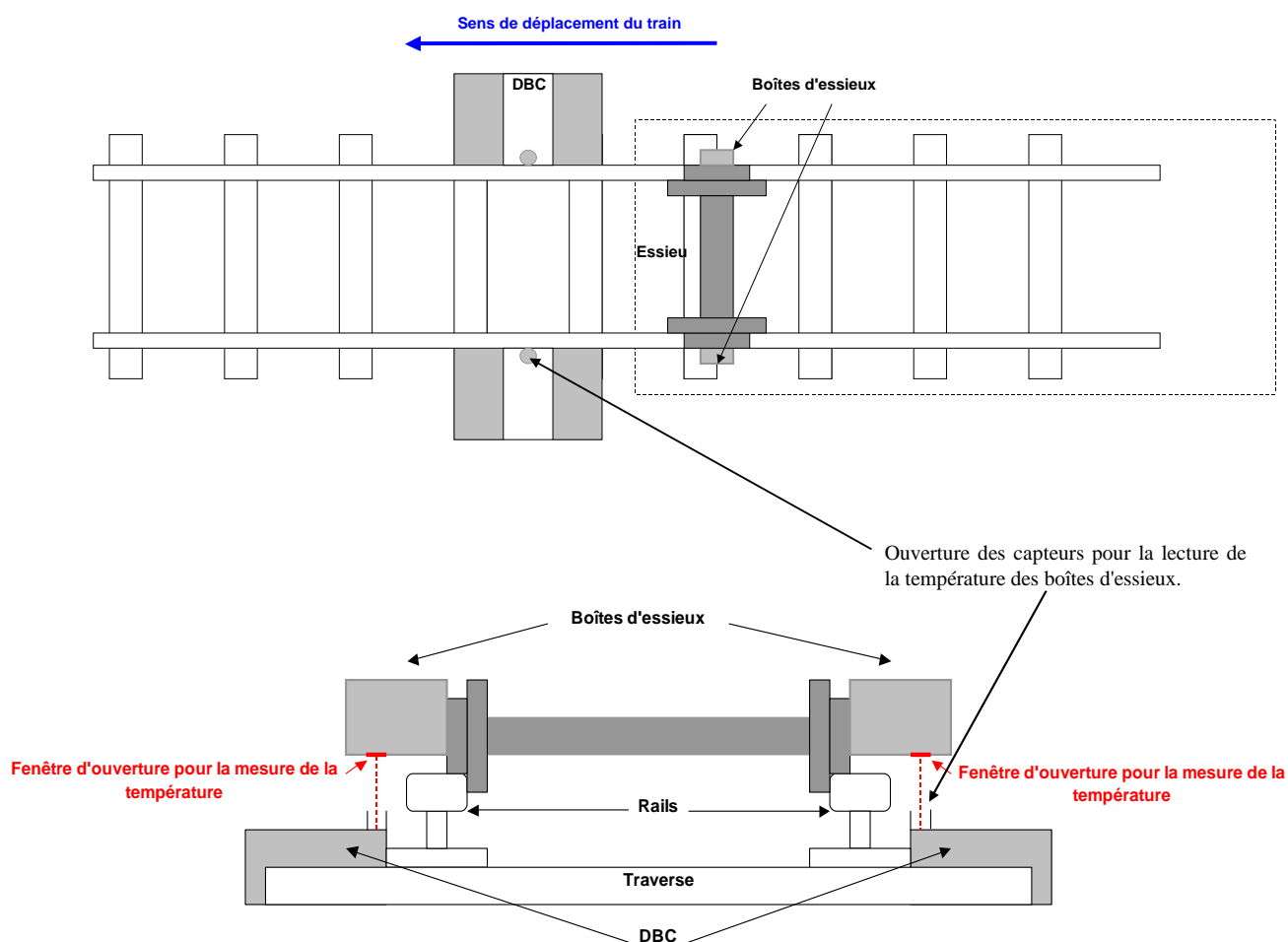


Figure 9 - Principe de positionnement des DBC pour la lecture de température des boîtes d'essieux. Vues de dessus et de face.

Les fenêtres de détection sont positionnées différemment sur les boîtes d'essieux en fonction du type de boîtes, voir de trains. Il faut donc pouvoir positionner les détecteurs de boîtes chaudes de telle sorte que le rayon vertical capté par l'optique permette une lecture dans toutes les fenêtres des boîtes d'essieux susceptibles de passer.

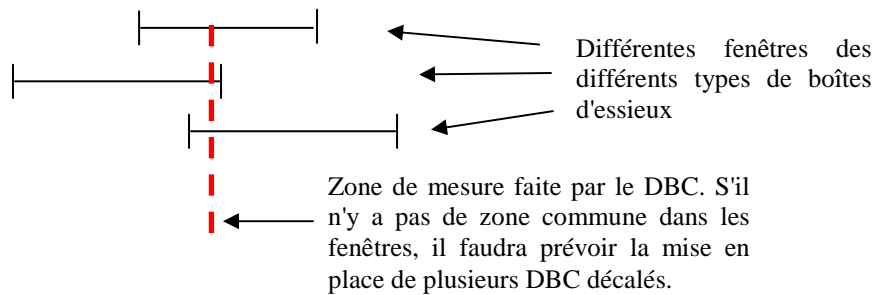


Figure 10 - Positionnement de l'ouverture pour la température dans la partie commune des fenêtres de lecture

Si toutefois une telle fenêtre commune n'existe pas, il faudra prévoir plusieurs DBC décalés pour mener à bien cette mission. Le nombre des DBC à installer sera à définir en fonction des caractéristiques des boîtes d'essieux de tous les trains amenés à traverser les tunnels. Selon la soumission 36, la liste des trains admis sur le corridor projet n'est pas à ce jour définitive. Nous ne pouvons donc pas aujourd'hui définir si les besoins sont de un ou plusieurs DBC par rail. Cette étude sera à réaliser une fois la liste définitive des trains établie. Pour l'instant, l'hypothèse retenue est de ne mettre qu'un seul DBC de chaque côté de la voie sur un site de détection.

Chaque DBC sera :

- connecté à une électronique de voie, située dans une armoire de voies qu'on appellera le poste local.
- doté d'un capteur permettant la détection d'encrassement. Celui-ci générera une alarme technique à l'unité locale des DBC le cas échéant.
- doté d'un système autonome d'autocalibration.

Un système de chauffage sera mis en place dans chaque capteur afin d'éviter toute condensation au niveau de l'optique de mesure. Il servira de plus à prévenir de tout blocage du volet d'ouverture lié la présence de neige ou de glace.

5.1.2.2 Détecteurs électroniques de roue

Un système réalisé par un détecteur magnétique est utilisé pour la détection des roues lors du passage d'un train. L'annonce du passage d'un train permet de prévenir le système afin qu'il se prépare à la mesure des boîtes d'essieux. En fonction du positionnement du détecteur électronique de roue, la détection pourra permettre de valider la présence de la boîte d'essieu au droit de l'ouverture du capteur afin de synchroniser la lecture au passage du train. Les deux détecteurs électroniques de roue situés en amont et en aval du point de mesure permettent le comptage des essieux entrants et sortants, et de valider ainsi le passage complet des trains.

Il faudra donc installer 3 détecteurs électroniques de roue par lieu d'implantation de DBC.

- Deux seront positionnés de part et d'autre des DBC à environ 100m afin de prévenir le système qu'un train va passer, et cela dans les deux sens de déplacement.

- Un est positionné au niveau de l'ouverture de mesure du capteur de DBC pour la synchronisation de la mesure.

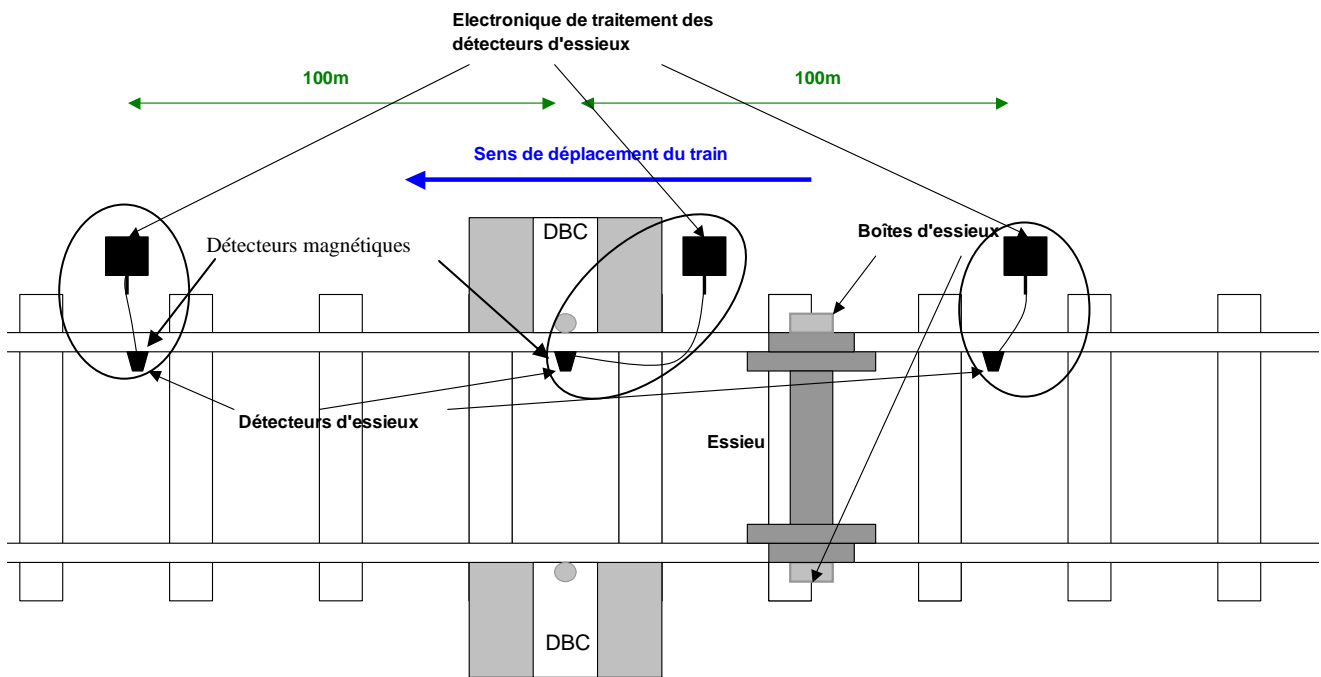


Figure 11 - Positionnement et architecture des détecteurs électronique de roues (détecteurs essieux)

Chaque détecteur électronique de roue sera raccordé à son électronique de traitement. Cet ensemble formera un système oscillant à une certaine fréquence. Cette fréquence sera transmise au poste local.

5.1.3 Câble de transmission et d'alimentation électrique

Après avoir étudié l'architecture des capteurs, nous voyons ici comment ceux-ci sont reliés aux autres équipements.

Les câbles de communication et d'alimentation mis en place, qu'ils soient entre les capteurs et les postes locaux DBC ou entre les postes locaux DBC et le point de concentration du réseau de télétransmission ou le départ électrique, devront respecter à la fois les contraintes imposées aux câbles en tunnel, c'est-à-dire de ne pas contenir de matériaux :

- halogènes,
- propagateurs d'incendie,
- émetteurs de fumées toxiques,

et être :

- CR1/C1 s'ils sont installés en tunnel de manière apparente,
- C2 sinon.

Les câbles devront pouvoir résister à une exposition permanente aux radiations solaires, aux intempéries et à des projections d'eau.

5.1.4 Poste

Après l'étude des détecteurs et des câbles électriques et de transmissions, nous décrivons ici l'architecture des postes locaux et du système de supervision.

5.1.4.1 Poste local

Une armoire locale sera installée à proximité de chaque voie, proche des emplacements destinés à recevoir une détection de boîtes chaudes.

Elle sera notamment constituée d'une électronique de voie, destinée au traitement des mesures, au comptage des essieux et à la gestion des capteurs.

Une électronique de voie sera suffisante pour traiter les informations de 2 DBC, 3 détecteurs électroniques de roue et un capteur de température extérieure.

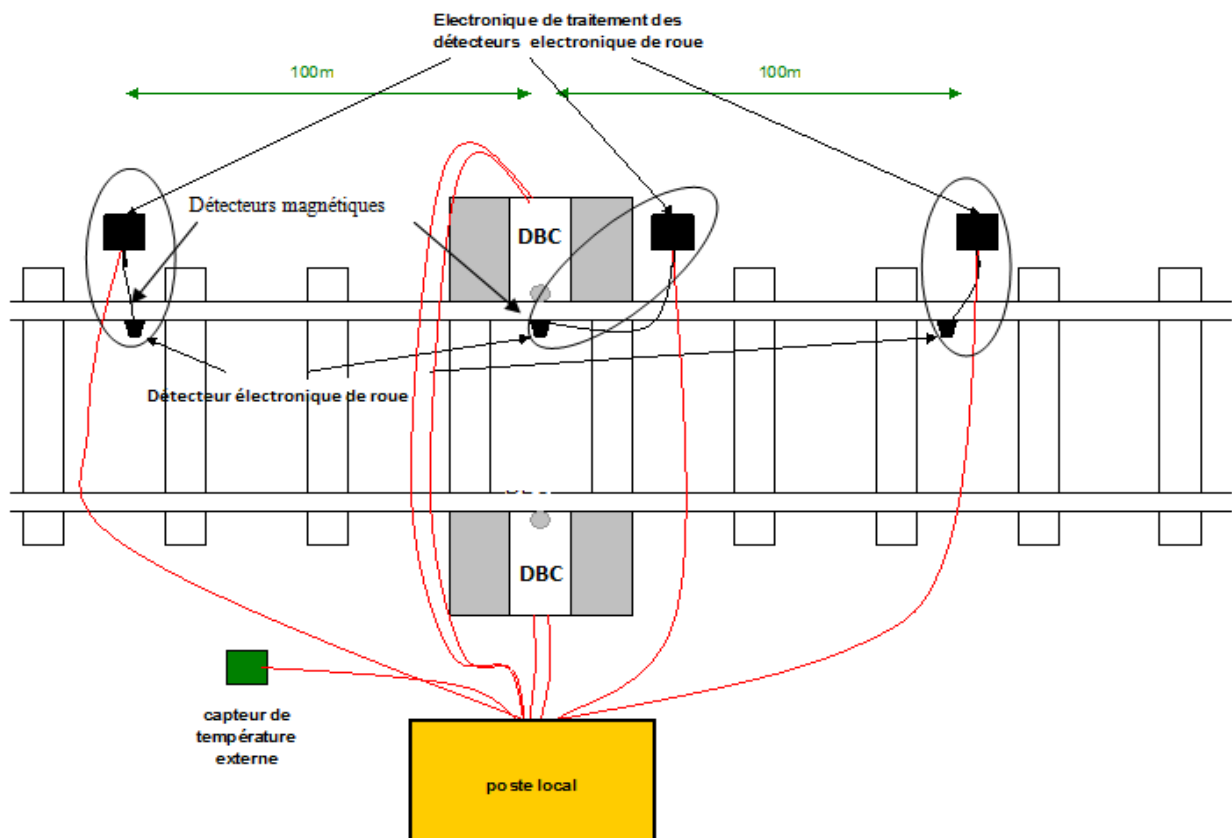


Figure 12 - Architecture générale d'un poste local et ses capteurs de voie

Chaque poste local:

- devra fournir l'alimentation nécessaire au fonctionnement des capteurs.
- sera connecté à l'aide d'une carte de communication au réseau de télétransmission.

De plus, un connecteur RS232 sera disponible pour permettre la connexion à un PC portable de maintenance.

Il y aura en tout 5 postes locaux, chacun gérant 2 DBC, 3 détecteurs électroniques de roue et un détecteur de température pour garantir la sécurité sur le corridor projet. Le système de supervision sera prévu pour gérer 2 postes centraux afin de tenir compte de l'évolutivité du système, soit 5 postes locaux et 2 postes centraux.

5.1.4.2 Poste central

La solution que nous préconisons pour la centralisation des informations des capteurs de voies et leur traitement pour le système de détection de boîtes chaudes utilise les serveurs du système de supervision. Il existe une autre solution à base de calculateurs spécifiques mise en place sur les lignes grandes vitesses française actuelle. Cette solution s'interface directement avec le système de signalisation ferroviaire. Nous n'avons pas choisi de mettre en place cette solution pour la raison suivante : la solution à base de calculateurs spécifiques et une solution figée, qui ne permettra pas une évolutivité suffisante pour permettre une meilleure évolutivité et adaptabilité du système. Celle à base de serveurs permet plus de souplesse.

Les fonctions développées sur les serveurs que nous préconisons pour la gestion des informations des détecteurs de boîtes chaudes sont les mêmes que celles de l'automate. Elles permettront le même niveau de contrôle de la sécurité sur les boîtes d'essieux des trains en permettant plus de souplesse dans leur évolution future

5.1.5 Interfaces

Enfin, pour terminer la description de l'architecture, nous regardons ici les différentes interfaces.

- Alimentation électrique

L'alimentation électrique des capteurs de voies sera assurée par le poste local.

L'alimentation électrique des postes locaux sera assurée par deux sources, 230Vac et 400Vac (voir les prescriptions techniques). L'alimentation secourue sera transmise en 400V pour permettre une distance importante entre l'armoire de voie et le tableau dont est issue l'alimentation électrique.

L'entreprise responsable des équipements d'alimentation électrique devra assurer la fourniture du matériel pour le raccordement au réseau d'alimentation jusqu'au pied de chaque poste local du système de détection de boîtes chaudes.

- Systèmes échangeant avec le système de supervision sur le réseau de télétransmission.

Tous les postes locaux communiqueront avec les serveurs de sécurité en charge du système de détection de boîtes chaudes via le réseau de télétransmission. Le protocole de communication et les interfaces seront définis dans les études sur le PCC et celles sur les réseaux de communication sachant que les postes locaux devront pouvoir communiquer avec tous les protocoles standards moyennant la mise en place d'une carte de communication adéquate.

L'entreprise responsable des équipements de communication devra assurer la fourniture du matériel pour le raccordement au réseau de télétransmission jusqu'au pied de chaque poste local du système de détection de boîtes chaudes.

- Système échangeant avec les réseaux encadrant

Le système de supervision recevra les informations de température des boîtes d'essieux mesurées par les derniers détecteurs de boîtes chaudes des réseaux encadrants avant le corridor projet afin de pouvoir assurer la mesure de l'évolution des températures de boîtes d'essieux des trains destinés à circuler dans les tunnels de base et d'interconnexion.

- Génie Civil

La mise en œuvre des équipements liés à la détection de boîtes chaudes sur les trains devra être coordonnée avec les opérations de Génie Civil. Les réservations pour les câbles, les massifs bétons et les traverses spéciales devront être disponibles avant la mise en œuvre sur site des capteurs et des postes locaux.

5.2 Analyse fonctionnelle

Après avoir décrit l'architecture nous effectuons une analyse fonctionnelle du système de détection de boîtes chaudes, afin de regarder comment se répartit l'intelligence entre les équipements de terrain, les unités de traitement locales et le système de supervision.

5.2.1 Fonctionnement du système

Les DBC seront utilisés pour mesurer les températures des boîtes d'essieux. En temps de non mesure, ils seront en mode "attente".

Afin de changer l'état de ces capteurs du mode "attente" à celui "actif", il est nécessaire de détecter le passage d'un train. Ceci sera réalisé par les détecteurs d'essieux.

Au passage du premier essieu sur le détecteur d'essieu amont, les différents DBC de la zone passeront en mode actif. Durant la phase de transition, le volet de fermeture du trou supérieur du capteur pour la détection sera enlevé de manière automatique.

Un détecteur d'essieu sera présent au même niveau que l'ouverture des DBC pour la synchronisation de la mesure de température. Au passage du bandage d'une roue sur ce capteur, le DBC passera en phase de "mesure" de la valeur de la température. Ce moment correspond précisément à l'alignement vertical de la fenêtre de lecture de la boîte d'essieu avec l'ouverture du capteur pour la lecture. Les deux boîtes d'un même essieu seront mesurées simultanément.

Après le passage du dernier essieu du train, les DBC reviennent en mode "attente".

Tous les signaux issus des capteurs seront ensuite transmis à l'électronique de voie située dans le poste local à proximité des voies. L'électronique de voie stockera et analysera les données. Lorsque tous les détecteurs d'essieux auront compté le même nombre d'essieu, le passage du train sera considéré comme terminé.

Un autocalibrage sera réalisé sur les DBC après le passage du train, puis ils se mettront en mode "veille".

Si la température extérieure mesurée à l'aide du thermomètre relié au poste local est trop faible, le chauffage des capteurs DBC sera actionné par le poste local. Le seuil de température pour le chauffage des capteurs sera défini par le fournisseur du système.

Chaque poste local réalisera l'analyse des températures mesurées sur tout le train et générera les alarmes en conséquence. Les alarmes et les valeurs des températures seront ensuite envoyées au système de supervision pour de nouvelles analyses.

5.2.2 Exploitation du système

Toute détection d'anomalie sur le système ou le matériel roulant doit engendrer l'envoi d'une alarme au système de supervision. On aura donc 2 catégories d'alarmes :

- les alarmes techniques qui spécifient qu'une anomalie système est présente et qu'une opération de maintenance doit être menée,
- les alarmes d'exploitation qui spécifient qu'une détection de température anormale d'une boîte d'essieu a été effectuée. Il y aura deux types d'alarmes d'exploitation différentes : "anomalie" nécessitant une inspection, et "danger" nécessitant une intervention.

5.2.3 Equipements de terrain

Nous décrivons ici quelle est l'intelligence détenue par les capteurs de terrain ainsi que les transferts d'information qu'ils réalisent avec l'extérieur.

En général, toutes les informations issues des capteurs de DBC, des détecteurs d'essieux, et des capteurs de température sont envoyées au poste local pour y être traitées. Aucune intelligence n'est présente dans les capteurs.

5.2.3.1 DBC

Les fonctions des DBC seront :

- De mesurer la température des boîtes d'essieux.
- De modifier l'état de l'ouverture du capteur (volet de fermeture en position ouverte ou fermée) en fonction de la commande issue de l'électronique de voie.
- D'assurer le chauffage du capteur afin qu'il continue de fonctionner, même en cas de gel ou d'enneigement,
- D'assurer l'autocalibration de la mesure afin qu'elle soit toujours fiable,
- D'assurer la détection de l'encrassement du capteur,
- D'assurer l'envoi d'informations vers le poste local.

Les informations transférées vers le poste local par les capteurs seront :

- Les informations sur la mesure de température effectuée,
- Les informations concernant l'encrassement du capteur,
- Les informations concernant les anomalies de fonctionnement des capteurs.

5.2.3.2 Détecteurs électronique de roue

Les fonctions des détecteurs électronique de roue seront :

- De détecter le passage d'essieux des trains,
- D'assurer l'envoi d'informations vers le poste local.

Les informations transférées vers le poste local par les capteurs seront :

Le signal d'information sur le passage du train, servant aussi d'alarme d'anomalie sur le capteur si plus aucun signal n'est transmis.

5.2.3.3 Capteurs de température

Les fonctions du capteur de température seront :

- De mesurer la température extérieure,
- D'assurer l'envoi d'informations vers le poste local.

Les informations transférées vers le poste local par les capteurs seront :

Le signal d'information sur la température extérieure, servant aussi d'alarme d'anomalie sur le capteur si plus aucun signal n'est transmis.

5.2.4 Traitement local

Nous décrivons ici quelle est l'intelligence détenue par les postes locaux ainsi que les transferts d'information qu'ils réalisent avec l'extérieur.

5.2.4.1 Poste local

Les fonctions du poste local seront :

- D'assurer l'alimentation des capteurs pour leur fonctionnement et les servitudes,
- D'assurer la commande des DBC en mode "attente" ou "actif".
- D'assurer le traitement des signaux issus de la mesure et des alarmes des DBC, de la mesure des détecteurs d'essieux, et de la mesure des capteurs de températures (voir le paragraphe suivant pour le traitement des informations),
- De détecter une panne sur les capteurs et de générer des alarmes techniques (l'alarme générée pour les pannes des détecteurs d'essieu, des DBC et des capteurs de température, se fera par détection de l'absence prolongée d'un signal issue des capteurs),
- De détecter une panne sur l'un des éléments constitutifs du poste local et de générer une alarme technique,
- De permettre le réglage des paramètres pour la détection d'anomalie (seuils des alarmes),
- D'assurer la communication avec le système de supervision et le PC de maintenance.

Le traitement des signaux issus des capteurs par le poste local sera :

- De compter le nombre d'essieux détectés par les détecteurs d'essieux,
- De comparer ces nombres entre les différents capteurs afin de valider le passage total du train,
- De générer une alarme de comptage si le nombre d'essieux comptés en amont est différent du nombre d'essieux comptés en aval,
- De générer des alarmes en cas d'encrassement des capteurs DBC,
- D'identifier le sens de marche du train,
- D'enregistrer les données issues de la température de toutes les boîtes d'essieux du train passé,
- D'enregistrer les données issues du capteur de température,
- De mettre à jour les valeurs seuils de comparaison des températures des boîtes d'essieux en fonction notamment de la température extérieure selon un algorithme prévu à cet effet,
- De comparer les valeurs des températures mesurées par rapport à la valeur seuil "alarme simple" indiquant qu'une inspection doit être faite sur le train, par rapport à la valeur seuil "danger" indiquant que le train doit immédiatement s'immobiliser pour intervention. Tout dépassement d'une valeur seuil entraînera la génération d'une alarme vers le système de supervision.

Les informations transférées vers le système de supervision par le poste local seront :

- L'identification du poste local,
- Les alarmes techniques avec l'identifiant du capteur ou de la partie du système en panne,
- Les alarmes d'exploitation avec l'identifiant du poste local et identifiant du capteur. Les alarmes d'exploitation seront prioritaires sur l'envoi des données de température des boîtes d'essieux.
- Les alarmes de comptage (si le nombre d'essieux compté en amont de la mesure est différent du nombre d'essieux comptés en aval de la mesure),
- Le sens de marche du train,
- Les informations sur la température de chaque boîte d'essieu avec l'identificateur du capteur,
- Les informations sur la température extérieure.

Toutes les informations issues des postes locaux (températures des boîtes, identifiants, alarmes, sens de marche des trains...) seront stockées dans les serveurs de sécurité en charge du système de détection de boîtes chaudes.

Les informations échangeables entre le poste local et le PC de maintenance seront :

- Les informations permettant au terminal de maintenance de pouvoir réaliser des simulations de fonctionnement, de détecter des anomalies et de faire les réglages capteurs nécessaires,
- Un accès à l'état de tous les organes principaux du système (capteurs et organes internes du poste local)

5.2.5 Système de supervision

Les fonctions du système de supervision seront :

- D'assurer le traitement des signaux issus des postes locaux et stockés dans les serveurs de sécurité concernant les températures mesurées par les capteurs et les alarmes techniques et d'exploitation (voir le paragraphe suivant pour le traitement des informations),
- De comparer les valeurs des températures de deux postes de mesures adjacents pour analyser l'évolution de température des boîtes d'essieux. Si la différence de température dépasse la valeur de seuil "évolution de température des boîtes", une alarme préventive sera générée indiquant qu'une inspection doit être faite sur le train. Afin d'assurer la continuité du suivi de l'évolution de la température des boîtes d'essieux, les informations des derniers postes locaux de détection de boîtes chaudes des réseaux encadrant seront transmises au système de supervision mis en place sur le corridor projet. Ces informations seront comparées avec les mesures faites sur les premiers postes de mesure mis en place sur le corridor projet.
- De générer deux niveaux d'alarmes d'exploitation du système (intervention immédiate et inspection du matériel), et les alarmes techniques.
 - o Les alarmes d'exploitation auront le degré d'importance de l'alarme, la date/heure de la détection, l'identifiant du capteur, le sens de marche du train, la position de l'essieu et le côté avarié. Les alarmes d'exploitation devront être traitées en moins de 10 secondes.
 - o Les alarmes techniques avec date/heure de l'alarme, identifiant du capteur ou de la partie du système en panne. Les alarmes techniques devront être traitées de telle sorte que le PCC en soit informé dans la minute,
- De détecter une panne sur les postes locaux et de générer des alarmes techniques (l'alarme générée pour les pannes des postes locaux se fera par détection de l'absence prolongée d'un signal issue de ces postes),
- De permettre le réglage des paramètres pour la détection d'anomalie (seuils des alarmes, type de mesure et de comparaisons à réaliser, etc.),
- D'assurer la communication avec la GTF afin d'obtenir les informations sur le trafic pour l'identification du train,
- D'assurer la communication avec le PCC pour obtenir les informations de paramétrage des postes locaux des DBC et de remonter les alarmes et les informations qui y sont liées sachant que les alarmes d'exploitation seront prioritaires sur les alarmes techniques,
- De comparer les informations sur les alarmes issues du système de détection de boîtes chaudes avec les informations sur le trafic issues de la GTF,
- D'afficher les alarmes au PCC en condition des conclusions de l'étude du trafic.

Le traitement des signaux issus des postes locaux par le serveur de stockage de données sera :

D'enregistrer les données issues de la température et des alarmes de toutes les boîtes d'essieux du train passé avec le numéro d'identification du DBC, la date et l'heure de passage du train, le sens de marche du train, la position de l'essieu et le côté avarié. Les données seront stockées dans une base de données interne qui pourra contenir, en fonction du nombre d'essieux par trains, les informations sur plus de 200 trains.

6. Synoptique d'implantation des détecteurs, Plan de détails

Sur la base des fonds de plans établis par le génie civil, le présent paragraphe établit les plans d'implantation des systèmes.

6.1 Synoptique d'implantation

En tunnel et en extérieur, les lieux d'implantation définis sur le synoptique sont la résultante des contraintes spécifiées ci-dessous et des informations dont nous disposons à ce jour sur l'organisation du tunnel et des voies sur le corridor projet et les réseaux encadrants.

S'il s'avérait que des changements ou de nouvelles informations étaient fournis d'ici à la mise en œuvre de ce système, les lieux d'implantation des capteurs devraient être repensés en fonction des contraintes spécifiées dans ce document et des règles suivantes :

- En conditions normales d'utilisation, les trains ne devraient jamais, ni freiner, ni s'arrêter dans la zone de mesure. Ceci conditionne le lieu de mise en place des capteurs.
- Les trains devront avoir parcouru un minimum de 20 kilomètres sans avoir été arrêtés, avant de franchir la zone de mesure, cela afin que la température des boîtes d'essieux soit bien stabilisée.
- Les sites choisis seront adaptés afin qu'il soit possible d'arrêter et de contrôler un train sur lequel a été détecté des boîtes d'essieux en surchauffe.
- Dans la zone de mesure, le terrain en bordure de voie doit pouvoir convenir au montage d'une armoire de voie destinée à recevoir le rack électronique. La zone ne doit pas être inondable. Il devra être possible d'accéder à quelques mètres du site avec un véhicule pour ce qui est des équipements en extérieur.
- La distance maximale entre les DBC et les armoires de voies est de 40m maximum.
- Les capteurs ne doivent pas être installés en zone courbe ou en zone d'aiguillage.
- Une arrivée en énergie monophasée et une ligne de communication seront disponibles sur le site.

Calcul de la distance minimale entre la détection de boîtes chaude et une voie d'arrêt des trains :

Pour notre calcul, nous nous baserons sur les mêmes hypothèses que sur le corridor projet concernant les vitesses de déplacement du matériel roulant. La vitesse maximale considérée sera donc 220km/h.

La distance maximale de freinage des trains est celle du TGV. Celui-ci freine en **3000m** à plat pour des vitesses inférieures à 220km/h (voir soumission 43, paragraphe 2.3.15).

A l'extérieur du tunnel, d'après les informations dont nous disposons à ce jour, nous nous baserons sur l'hypothèse que la pente est montante des réseaux encadrants vers le tunnel. Cette valeur de freinage ne sera donc pas majorée.

Aux autres emplacements, selon les spécifications apportées dans la soumission 43, nous ajouterons 1% à la distance de freinage par mm/m supplémentaire de la descente. La pente maximale pour la ligne nouvelle sur le corridor projet est de 13mm/m.

La distance maximale d'arrêt des trains est donc de $3000 + 13\% = \mathbf{3400m}$.

Le temps de réaction de tout le système a été estimé à 10 secondes. Nous nous basons sur l'hypothèse que 50 secondes sont suffisantes pour déclencher le freinage du train à partir de la réception d'une alarme. Nous avons donc 1 minute entre la détection d'une anomalie et le déclenchement du freinage du train. A 220km/h, cela correspond à une distance parcourue de **3700m**.

La longueur des trains maximale admise sur le corridor projet est de **750m**.

Les DBC devront donc être installés en extérieur à au moins $3000+3700+750 = 7450m$ arrondi à **7500m** avant les voies de secours ou les voies d'évitement des sites d'intervention pour les voies en provenance des réseaux encadrants.

Pour les DBC en tunnel, ils devront être installés à au moins $3400+3700+750 = 7850m$, arrondi à **7900m** avant les aiguillages.

Les échauffements des boîtes d'essieux n'étant significatifs que pour des distances parcourues par les trains supérieures à 20km, nous avons choisi de mutualiser les emplacements en tunnel destinés à recevoir des DBC. Les emplacements préconisés permettent une distance entre le site de détection et le lieu d'arrêt des trains de plus de 10km, distance supérieure aux 7.9km minimum calculés précédemment.

Le synoptique général où seront implantés des détecteurs de boîte chaudes est fourni sur le plan “ Synoptique d'implantation des détecteurs ”.

6.2 Plan d'implantation des capteurs

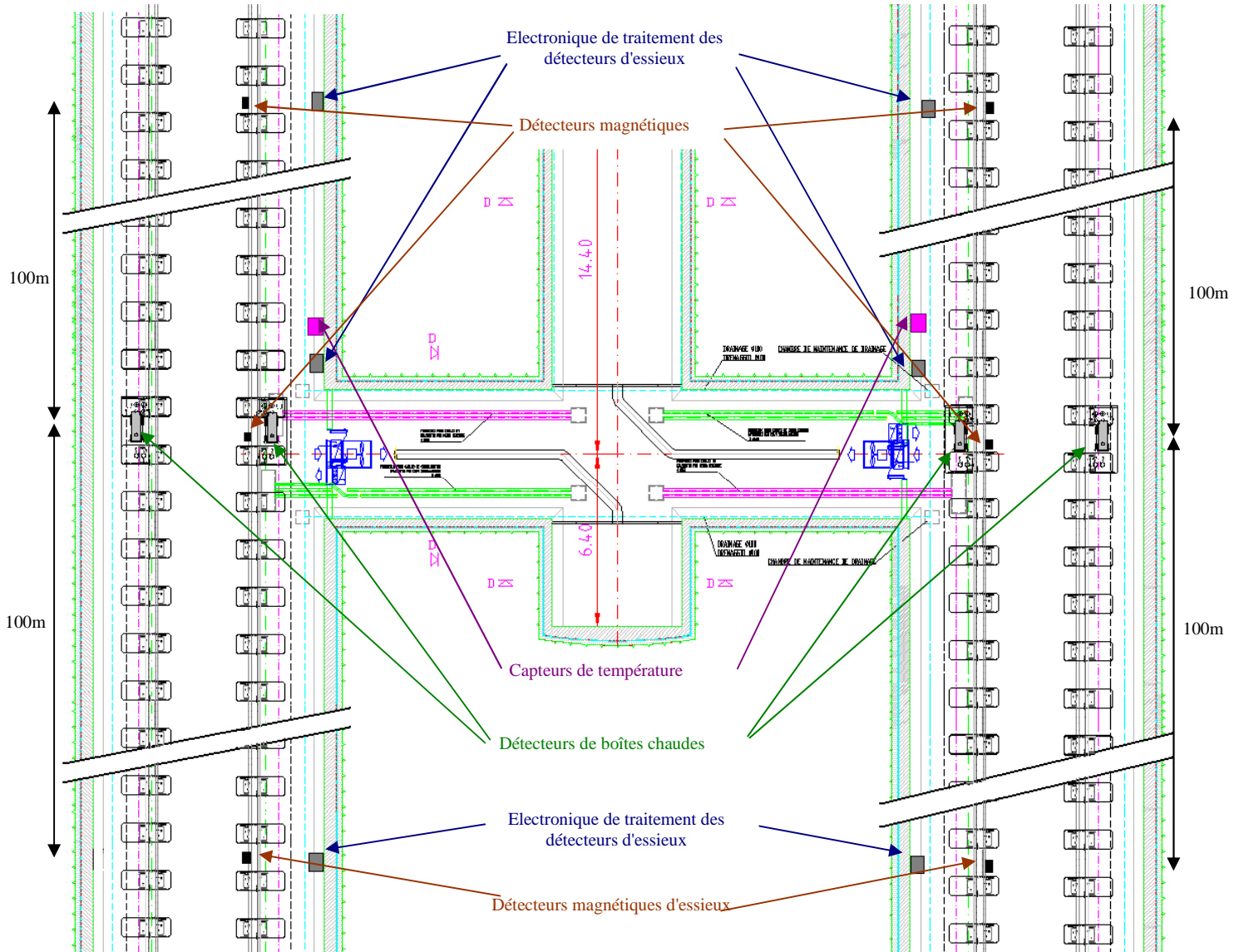


Figure 13 - Plan d'implantation des capteurs pour le système de DBC en tunnel

Le plan d'implantation détaillé des détecteurs de boîtes chaudes est fourni sur le plan " Plans d'implantation des détecteurs en tunnel ".

7. Prescriptions techniques

Le présent paragraphe décrit les spécifications techniques des matériels à mettre en œuvre. Ces spécifications font appel essentiellement à des technologies fiables et éprouvées.

7.1 Capteurs

7.1.1 DBC

- Généralités
 - o Normes à respecter
 - UIC 515 "Voitures – Organes de roulement"
 - UIC 779-9 : "Sécurité dans les tunnels ferroviaires"
 - Directive européenne CEM 89/336/CEE (norme ENV50121-4)
 - Directive européenne DBT 93/68/CEE (norme NF EN 60950)
 - o Spécifications fonctionnelles
 - Détecter les températures des boîtes d'essieux sur une plage comprise entre 20°C et 115°C.
 - Avoir une précision sur la mesure des températures supérieure à 3°C pour des températures inférieures à 90°C et supérieure 5°C pour des températures comprises entre 90°C et 115°C.
 - Mesure possible d'échauffement des boîtes d'essieux sur des essieux d'inter-distance minimale de 1,5m.
 - Mesure possible des températures des boîtes sur des longueurs d'ondes infrarouges comprises entre 3.5 et 5 μ m.
 - Le positionnement des DBC doit être tel que la distance de mesure par rapport à l'intérieur du rail doit être réglable à 360mm \pm 20mm.
- Conception électrique
 - o L'alimentation électrique des capteurs de voies sera assurée par le poste local correspondant.
 - o Alimentation pour l'asservissement en température du capteur infrarouge : 1,5A.
 - o Puissance de chauffage par capteur : 300W
- Conception mécanique
 - o Les DBC devront pouvoir être contenus dans un parallélépipède rectangle aux dimensions suivantes :
 - o Hauteur maximale : H : 200 mm
 - o Longueur maximale : L : 500mm
 - o Largeur maximale : l : 300mm (largeur maximale possible faces aux contraintes de GC et de pose des rails : 620mm. Réglage possible du capteur entre 340mm et 380 mm par rapport à l'intérieur du rail : 620-380=240=la moitié de la largeur admissible du capteur si l'orifice de lecture est situé en son centre. En prenant 10% de marge de sécurité et 20mm de chaque côté du capteur pour sa

fixation, on obtient 150mm de demi-largeur de capteur, soit 300mm de largeur maximale.)

- o Poids maximal : 20kg.
- o Ces dimensions ont été établies afin de permettre le positionnement des capteurs entre les voies et les caniveaux en tenant compte de l'implantation des blochets.

- Contraintes de fonctionnement (Température / Humidité)
 - o Température : -40° à +70°C
 - o Taux d'hygrométrie relatif inférieure à 90%.
 - o Insensibles aux vibrations.

- Divers
 - o Garantie
 - 3 ans minimum

7.1.2 Détecteurs électroniques de roue

- Généralités
 - o Normes à respecter
 - Directive européenne CEM 89/336/CEE (norme ENV50121-4)
 - Directive européenne DBT 93/68/CEE (norme NF EN 60950)

 - o Spécifications fonctionnelles
 - Détection temps réel du passage des essieux des trains.

- Conception mécanique
 - o Dimensions :
 - Capteur de voie : 155mm*100mm*50mm
 - Boîtier électronique de traitement : 290mm*360mm*100mm

- Contraintes de fonctionnement (Température / Humidité)
 - o Capteur de voie :
 - Insensible aux vibrations

- Divers
 - o Degré de protection
 - IP 55

- o Garantie
- 3 ans minimum

7.2 Armoires

7.2.1 Poste local en intérieur

- Généralités
 - o Normes à respecter
 - Directive européenne CEM 89/336/CEE (norme ENV20121-4)
 - Directive européenne DBT 93/68/CEE (norme NF EN 60950)
 - o Spécifications fonctionnelles
 - Les armoires seront de type "posé au sol", accessibles en face avant et arrière par portes.
 - Les armoires seront équipées d'une étagère à hauteur raisonnable pour la mise en place du PC portable de maintenance lors des opérations de maintenance.
- Conception électrique
 - o L'armoire assurera la distribution électrique pour les équipements constitutifs du poste local (modem, électronique de voie...) et des équipements de voies.
 - o L'alimentation de chaque armoire sera faite en 230Vac 50Hz secouru sans coupure dite "de sécurité" et en 400Vac 50Hz secouru.
 - o Les besoins en énergie sur le 230Vac secouru sans coupure pour chaque armoire seront de 500VA. Cette alimentation servira à l'alimentation de l'électronique de voie, des capteurs de voie et des modems.
 - o Les besoins en énergie sur le 400Vac secouru pour chaque armoire seront de 3000VA. Cette alimentation servira au chauffage des capteurs et à la maintenance.
- Conception thermique
 - o Nous ne prévoyons pas de besoin de ventilation ou de chauffage autre que la ventilation naturelle assurée dans les locaux techniques sur l'hypothèse que les températures dans les locaux seront toujours acceptables (voir contraintes de fonctionnement).
- Conception mécanique
 - o Encombrement : 800 mm maximum de large, 800mm maximum de profondeur, 2100 mm maximum de haut.
 - o Format du rack de l'électronique de voie : 19'' au standard européen.
- Contraintes de fonctionnement (Température / Humidité)

- o Températures : entre 5°C et 50°C.
- o Taux d'humidité toujours inférieur à 90%

- Divers
 - o Degré de protection
 - IP55

 - o Garantie
 - 3 ans minimum

7.2.2 Poste local en intérieur

- Généralités
 - o Normes à respecter
 - Directive européenne CEM 89/336/CEE (norme ENV50121-4)
 - Directive européenne DBT 93/68/CEE (norme NF EN 60950)

 - o Spécifications fonctionnelles
 - Les armoires seront de type "posé au sol".
 - Les armoires seront équipées d'une étagère à hauteur raisonnable pour la mise en place du PC portable de maintenance lors des opérations de maintenance.

- Conception électrique
 - o L'armoire assurera la distribution électrique pour les équipements constitutifs du poste local (modem, électronique de voie...) et des équipements de voies.
 - o L'alimentation de chaque armoire sera faite en 230Vac 50/60Hz secouru sans coupure dite "de sécurité" et de 400Vac 50/60Hz secouru.
 - o Les besoins en énergie sur le 230Vac secouru sans coupure pour chaque armoire seront de 500VA. Cette alimentation servira à l'alimentation de l'électronique de voie, des capteurs de voie et des modems.
 - o Les besoins en énergie sur le 400Vac secouru pour chaque armoire seront de 2400VA. Cette alimentation servira au chauffage des capteurs et à la maintenance

- Conception thermique
 - o Un système de chauffage et de ventilation sera mis en place dans l'armoire afin de conserver l'intérieur à des températures acceptables (voir contraintes de fonctionnement).

- Conception mécanique

- o Encombrement : 900 mm de large, 800mm de profondeur, 2100 mm de haut.
- o Poids : 300kg.
- o Format du rack de l'électronique de voie : 19'' au standard européen.

- Contraintes de fonctionnement (Température / Humidité)
 - o Températures : entre 5°C et 50°C
 - o Taux d'humidité toujours inférieur à 90%

- Divers
 - o Degré de protection
 - IP54

 - o Garantie
3 ans minimum

8. Eléments de mise en œuvre et de maintenance

Après avoir décrit le système de détection de boîtes chaudes en vu de sa conception, nous regardons ici les éléments de sa mise en œuvre et de sa maintenance.

8.1 Mise en œuvre

Pour la mise en oeuvre, nous commencerons par décrire les opérations et la maintenance associée à chaque système.

8.1.1 Description

8.1.1.1 DBC

Chacun des détecteurs de boîtes chaudes devra être installé sur deux traverses en béton possédant des trous de fixation des capteurs aux dimensions et aux emplacements adéquats. Cette contrainte est issue de la nécessité de disposer les DBC sur des supports métalliques préajustés sur ces traverses spéciales.

Il faudra donc prévoir que les blochets soient remplacés par ces traverses spéciales avant le positionnement des rails. Pour information, cette disposition n'avait pas été prise dans un premier temps pour les équipements mis en œuvre pour le tunnel sous la manche. Etant donné que les blochets mis en place n'étaient pas plats, il a fallu les découper avec une scie à diamant. C'est afin d'éviter ce genre de désagrément que nous préconisons la mise en place de ces traverses spéciales.

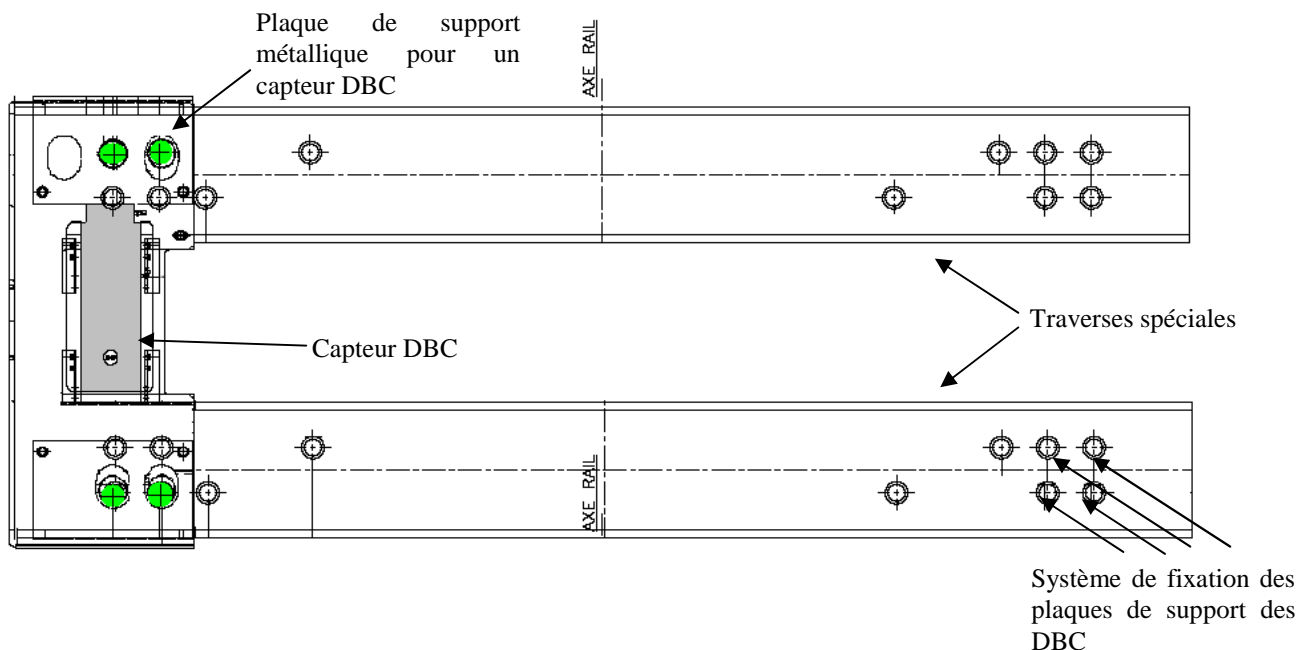


Figure 14 - Schéma de positionnement d'un capteur DBC sur traverses spéciales avec support métallique préajusté

Pour que la plaque de support métallique des DBC puisse être montée sur les traverses, il faudra que l'écartement entre les traverses utilisés soit de taille adéquate.

Les supports métalliques sur lesquels seront installés les capteurs DBC devront posséder des renforts latéraux de protection des capteurs (voir figure 15).

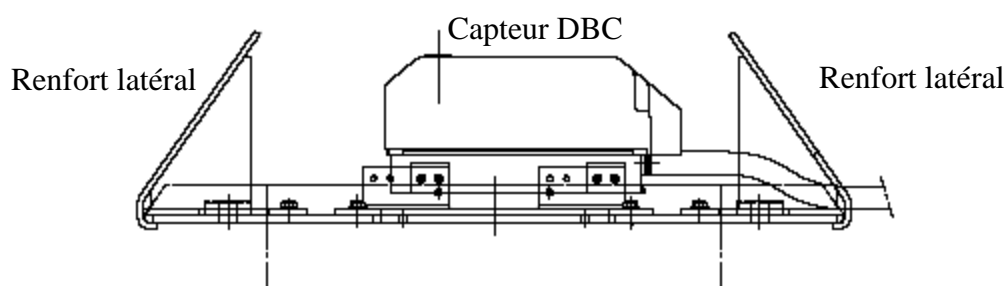


Figure 15 - Supports métalliques avec renforts latéraux pour la protection des capteurs

Le positionnement des détecteurs de boîtes chaudes se fera de chaque côté des rails, au niveau du sol, à la verticale des boîtes d'essieux, parallèle aux rails.

8.1.1.2 Détecteur électroniques de roue

Détecteurs magnétiques :

Le montage à la voie des détecteurs magnétiques se fera par griffe.

Une protection pédale sera utilisée afin de protéger les détecteurs des chocs de pièces traînantes.

Le détecteur, monté sur une équerre, le rendra insensible aux vibrations générées par le passage des trains.

Les distances entre les détecteurs électroniques de roue prévenant de l'arrivée du train et les DBC correspondants sont fonction de la vitesse des trains : sur le corridor projet, les vitesses des trains étant limitées à 220km/h, les détecteurs d'essieux seront installés à 100m de chaque côté des DBC.

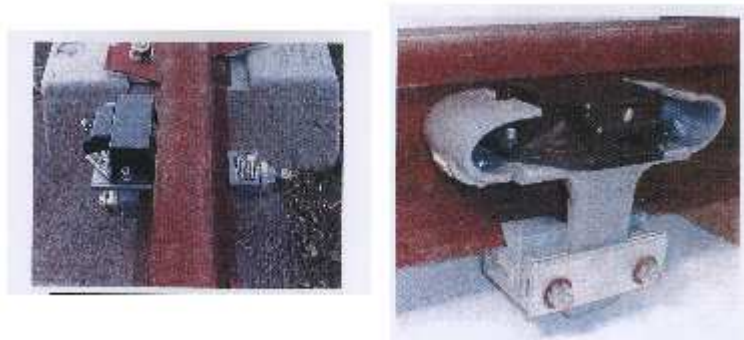


Figure 16 - Photo de montage des détecteurs d'essieux sur griffe avec protection du capteur

Electronique de traitement des détecteurs électronique de roue :

L'électronique de traitement sera positionnée à proximité des détecteurs magnétiques, fixée à la paroi des tubes, au niveau bas pour les équipements à l'intérieur des tunnels, et fixés directement au sol pour les équipements situés en extérieur.

Câbles :

Les câbles utilisés pour faire la liaison entre les détecteurs électroniques de roue et l'électronique de traitement des détecteurs d'essieux ont une longueur limite d'environ 6m. Cette distance maximale devra être respectée lors de la mise en œuvre de ces capteurs.

Les câbles utilisés pour faire la liaison entre les électroniques de traitement des détecteurs d'essieux et le poste local correspondant seront installés en caniveau ou directement dans le ballast sous gaine de protection.

8.1.1.3 Capteur de température

Chaque capteur de température sera positionné dans le tube ferroviaire au niveau du site d'implantation des capteurs de détection de boîtes chaudes. Ils seront fixés à la paroi du tube, au niveau bas.

En extérieur, ceux-ci seront fixés à proximité du site d'implantation des capteurs à hauteur d'homme.

8.1.1.4 Poste local en intérieur

Le poste local sera placé dans une armoire.

Cette armoire sera installée dans un local technique en rameau R1 ou R1-2.

L'armoire sera posée au sol.

Pour le placement du poste local, on prendra soin de vérifier que la distance entre le poste et les capteurs de voie ne dépasse pas la distance limite admissible de 40m liée à l'atténuation des signaux issus des capteurs dans les câbles. Les postes locaux ne pourront donc pas être installés à plus de 40m de la voie. Aux vues des derniers plans d'études techniques du Génie Civil pour les sites d'intervention, nous prévoyons que les équipements de détection de boîtes chaudes ne pourront pas être installés en sites d'interventions ou l'entraxe est de 80m.

8.1.1.5 Poste local en extérieur

Le poste local sera placé dans une armoire. Cette armoire sera installée en bordure de voie sur un socle en béton prévu à cet effet avec une chambre de tirage.

Pour le placement du poste local, on prendra soin de vérifier que la distance entre le poste et les capteurs de voie ne dépasse pas la distance limite admissible de 40m. Les postes locaux ne pourront donc pas être installés à plus de 40m de la voie.

8.2 Maintenance

A partir des éléments disponibles, nous établissons ici, pour le système de détection de boîtes chaudes, les opérations à effectuer et leurs périodicités en termes de maintenance préventive, corrective et exceptionnelle.

La période des opérations de maintenance pourra être étalonnée en fonction de l'analyse du comportement du matériel lors de la première année d'exploitation.

Etant donné la constitution des équipements de voies et leurs méthodes de pose, toute opération de maintenance des équipements de voies (DBC, détecteurs électroniques de roue, capteurs de température) ainsi que les racks électroniques de l'électronique de voies sur site sera faite par prélèvement et remplacement de l'équipement. Les délais de maintenance seront donc réduits au temps de changement d'un capteur et au réglage du nouveau mis en place.

Note : compte tenu de la nécessité d'avoir une fenêtre d'ouverture sur les capteurs de DBC pour la mesure des températures des boites d'essieux, ces capteurs ne sont pas d'une grande étanchéité. Toute projection d'eau ou de liquides réalisée pour le nettoyage du tunnel ne devra jamais être directement orientée sur les capteurs DBC.

8.2.1 Préventive

La maintenance préventive est souvent due à l'encrassement des capteurs. Pour les DBC, le système d'autocalibrage sert de système de détection d'encrassement. Lorsque le taux d'encrassement est trop important, une alarme est générée et sera transmise au système de supervision. Les opérations de maintenances préventives ne seront donc à réaliser que sur expression du besoin des capteurs pour les capteurs de détection de boîtes chaudes.

Pour les autres équipements, une vérification annuelle sur site sera réalisée.

Valeurs estimées de la fréquence des opérations de maintenance nécessaires :

- DBC en tunnel : 15 jours. D'après l'expérience du tunnel sous la manche, la pression en tunnel lors du passage des trains est telle que le taux de salissures impose un nettoyage des optiques et du miroir une à deux fois par mois. Cette information est à relativiser en tenant compte du faible nombre de capteurs installés en tunnel.
- DBC en extérieur : 6 mois
- Détecteur électronique de roue : 12 mois.
- Capteur de température : 12 mois.
- Poste local : 12 mois.

8.2.2 Corrective

Valeurs estimées de la fréquence des opérations de maintenance nécessaires :

- DBC : > 6 mois
- Détecteur électronique de roue : > 12 mois
- Capteur de température : > 12 mois
- Poste local : > 12 mois

8.2.3 Rénovation ou maintenance extraordinaire

Les opérations de maintenance extraordinaires sur les équipements de voies seront le plus souvent liés à la détérioration du matériel par le matériel roulant. Pièces traînantes, déraillement des trains, malveillance... Il est donc difficile de donner une estimation sur la fréquence de la maintenance extraordinaire.

9. Bilan de puissance

Le présent paragraphe présente un bilan de puissance propre au système.

Considérant l'architecture de la détection de boîtes chaudes où l'implantation des capteurs se fait sur les deux voies d'un même site, nous émettons l'hypothèse que deux postes locaux sont alimentés par un même TGBT. Le bilan de puissance se fera donc en considérant le fonctionnement des équipements de deux postes locaux.

Ce bilan de puissance a été établi en considérant que tous les équipements fonctionnent simultanément. Nous rappelons que les capteurs de voie sont alimentés par les postes locaux.

Désignation	Puissance unitaire (VA)	Quantité par site	Consommation nominale (VA)
<i>Détection de Boite chaude</i>			
Poste local	2900	1	2900
Réserve	20%		580
Total par station			3480
Poste central*	1500	2	3000
Réserve	20%		350
Total postes centraux			3350

Tableau 1 – Bilan de puissance

* Les postes centraux sont situés un à Saint Jean de Maurienne et un à Suse.

Pour chaque TGBT alimentant deux postes locaux sur un site d'implantation de détection de boîtes chaudes, les besoins en énergie sont donc de **3,48kVA**.

Nous estimons que la totalité du système de détection de boîtes chaudes en ajoutant les deux postes centraux, compte tenu des 5 sites d'implantation, consommera **20,7kVA**.

10. Annexes

Caractéristiques des détecteurs de boîtes chaudes / Relazione Tecnica Caratteristiche dei rivelatori di Boccole Calde

10.1 Annexe 1

Désignation	IP mini	IK mini	CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT																	UTILISATION				
			AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	BA	BB	BC	BD	BE	
<i>Sites techniques</i>																								
- LT en rameaux et sites d'intervention	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT pompage	54	07	5			4	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT en tunnel (AT)	55	07	5		1	1	4	2	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT en extérieur	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	1	2			4		3	1	1
<i>Tunnels</i>																								
- Tubes ferroviaires	55	09	5		1	5	4	2	3	3		1	1	6	1	1	1			1		3	2	1
- Rameaux, sites d'intervention et salle d'accueil	55	09	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			3		3	2	1
Descenderies	55	09	5		1	5	4	2	3	1		1	1	1	1	1	1			1		2	2	1
Extérieur	54	09	7		1	4	4	1	3*	2		1	1	6	2	1	2			1		3	1	1
PCC	43	07	5		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2			1		2	1	1

Tableau 2 – Conditions d'environnement

* : pour les équipements situés entre 0 et 2 m du sol

10.2 Annexe 2

CODE	DESIGNATION	CLASSE INFLUENCE EXTERNE	CARACTERISTIQUES
AA	Température ambiante	1	-60° + 5°
		2	-40° + 5°
		3	-25° + 5°
		4	- 5° + 40°
		5	+ 5° + 40°
		6	+ 5° + 60°
AB	Humidité *		
AC	Altitude(m)	1	≤2000
		2	>2000
AD	Présence d'eau	1	Négligeable
		2	Chutes de gouttes d'eau
		3	Aspersion d'eau
		4	Projection d'eau
		5	Jets d'eau
		6	Paquets d'eau
		7	Immersion
		8	Submersion
AE	Présence de corps solides étrangers	1	Négligeable
		2	Petits objets (2,5 mm)
		3	Très petits objets (1mm)
		4	Poussières
AF	Présence de substances corrosives ou polluantes	1	Négligeable
		2	Agents atmosphériques
		3	Intermittente ou
		4	accidentelle Permanente
AG	Contraintes mécaniques, chocs	1	Faibles
		2	Moyens
		3	Importants
AH	Vibrations	1	Faibles
		2	Moyennes
		3	Importantes
AJ	Autre pression mécanique *		
AK	Flore	1	Négligeable
		2	Risque
AL	Faune	1	Négligeable
		2	Risque
AM	Influences électromagnétiques	1	Négligeable
		2	Courants vagabonds
		3	Electromagnétiques
		4	Ionisants
		5	Electrostatiques
		6	Induction
AN	Soleil	1	Négligeable
		2	Significatif
AP	Sismique	1	Négligeable
		2	Faible
		3	Moyen
		4	Fort
AQ	Foudre	1	Négligeable
		2	Indirects
AR	Vent *		
BA	Compétence	1	Ordinaires
		2	Enfants

Caractéristiques des détecteurs de boîtes chaudes / Relazione Tecnica Caratteristiche dei rivelatori di Boccole Calde

		3	Handicapés
		4	Averties
		5	Qualifiées
BB	Résistance *		
BC	Contact avec le potentiel de la terre	1	Nuls
		2	Faibles
		3	Fréquents
		4	Continus
BD	Evacuation	1	Normales
		2	Difficiles
		3	Encombrée
		4	Longue et encombrée
BE	Matières	1	Risques négligeables
		2	Risques d'incendie
		3	Risque d'explosion
		4	Risque de contamination
CA	Matériaux	1	Non combustible
		2	Combustible
CB	Structure	1	Risque négligeable
		2	Propagation d'incendie
		3	Mouvements
		4	Flexible

Tableau 3 – Influences externes

L'IP correspond au degré de protection procuré par les enveloppes des matériels électriques (norme EN 60529).
L'IK correspond au degré de protection procuré par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (norme EN 62262).

A partir des différentes désignations, nous avons retenu le tableau suivant pour la définition des facteurs d'influences externes.

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	57
1. <i>INTRODUZIONE</i>	58
2. <i>GLOSSARIO</i>	59
3. <i>PRESENTAZIONE DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLE BOCCOLE CALDE</i>	59
3.1 <i>Generalità</i>	59
3.2 <i>Obiettivi del sistema</i>	60
3.3 <i>Topologia e geometria delle opere</i>	60
3.4 <i>Quadro regolamentare</i>	60
3.4.1 <i>Direttive europee e norme STI</i>	61
3.4.2 <i>Regole della CIG</i>	61
3.4.3 <i>Altre norme</i>	61
3.5 <i>Censimento di vincoli e prestazioni</i>	62
3.5.1 <i>Vincoli</i>	62
3.5.1.1 <i>Vincoli di sicurezza</i>	62
3.5.1.2 <i>Vincoli ambientali</i>	62
3.5.1.3 <i>Vincoli di esercizio e manutenzione</i>	63
3.5.1.4 <i>Vincoli di realizzazione</i>	64
3.5.1.5 <i>Vincoli di evoluzione</i>	65
3.5.2 <i>Prestazioni</i>	65
3.5.2.1 <i>Generalità</i>	66
3.5.2.2 <i>Precisione della misura</i>	66
3.5.2.3 <i>Tempi di reazione</i>	66
3.5.2.4 <i>Affidabilità</i>	66
3.5.2.5 <i>Manutenzione</i>	66
3.5.2.6 <i>Disponibilità</i>	66
4. <i>ANALISI DELLE TECNOLOGIE</i>	67
4.1 <i>DBC</i>	67
4.1.1 <i>Descrizione</i>	67
4.1.2 <i>Messa in servizio mediante integrazione dei DBC a una traversina</i>	68
4.1.2.1 <i>Descrizione della messa in servizio mediante integrazione dei DBC</i>	68
4.1.2.2 <i>Vantaggi</i>	69
4.1.2.3 <i>Inconvenienti</i>	69
4.1.3 <i>Installazione mediante fissaggio su traversine speciali</i>	69
4.1.3.1 <i>Descrizione dell'installazione mediante fissaggio dei DBC</i>	69
4.1.3.2 <i>Vantaggi</i>	70
4.1.3.3 <i>Inconvenienti</i>	70
4.1.4 <i>Installazione mediante integrazione dei DBC a una traversina</i>	70
4.1.4.1 <i>Descrizione dell'installazione mediante integrazione dei DBC</i>	71
4.1.4.2 <i>Vantaggi</i>	71
4.1.4.3 <i>Inconvenienti</i>	71
4.1.5 <i>Sintesi</i>	71
4.2 <i>Rivelatori di assi</i>	72
4.2.1 <i>Tecnologia magnetica</i>	72
4.2.1.1 <i>Descrizione</i>	72

4.2.1.2	Vantaggi	72
4.2.1.3	Inconvenienti	72
4.2.2	Tecnologia elettrica	73
4.2.2.1	Descrizione	73
4.2.2.2	Vantaggi	74
4.2.2.3	Inconvenienti	74
4.2.3	Sintesi	74
5.	<i>STUDIO DELL'ARCHITETTURA E ANALISI FUNZIONALE</i>	74
5.1	<i>Architettura</i>	75
5.1.1	Architettura generale	75
5.1.2	Captatori	75
5.1.2.1	DBC	76
5.1.2.2	Rivelatori elettronici di ruota	77
5.1.3	Cavo di trasmissione e alimentazione elettrica	78
5.1.4	Postazione	79
5.1.4.1	Postazione locale	79
5.1.4.2	Postazione centrale	80
5.1.5	Interfacce	80
5.2	<i>Analisi funzionale</i>	81
5.2.1	Funzionamento del sistema	81
5.2.2	Esercizio del sistema	82
5.2.3	Impianti di terra	82
5.2.3.1	DBC	82
5.2.3.2	Rivelatori elettronici di ruota	82
5.2.3.3	Captatori di temperatura	83
5.2.4	Elaborazione locale	83
5.2.4.1	Postazione locale	83
5.2.5	Sistema di supervisione	84
6.	<i>SINOTTICO DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI, PIANO DETTAGLIATO</i>	85
6.1	<i>Sinottico di installazione</i>	85
6.2	<i>Piano di installazione dei captatori</i>	88
7.	<i>PRESCRIZIONI TECNICHE</i>	88
7.1	<i>Captatori</i>	88
7.1.1	DBC	88
7.1.2	Rivelatori elettronici di ruota	89
7.2	<i>Armadi</i>	90
7.2.1	Postazione locale in interno	90
7.2.2	Postazione locale all'interno	91
8.	<i>ELEMENTI DI INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE</i>	92
8.1	<i>Installazione</i>	92
8.1.1	Descrizione	93
8.1.1.1	DBC	93
8.1.1.2	Rivelatori elettronici di ruota	95
8.1.1.3	Captatori di temperatura	95
8.1.1.4	Postazione locale interno	96
8.1.1.5	Postazione locale esterno	96
8.2	<i>Manutenzione</i>	96

8.2.1 Preventiva	96
8.2.2 Correttiva	97
8.2.3 Rinnovo o manutenzione straordinaria	97
9. <i>BILANCIO DI POTENZA</i>	97
10. <i>ALLEGATI</i>	98
10.1 <i>Allegato 1</i>	99
10.2 <i>Allegato 2</i>	100

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Profilo di una boccola.....	60
Figura 2 - Taglio tipo in tunnel. Zoom al livello basso.....	65
Figura 3 - Esempio di uno schema di descrizione di un captatore DBC.....	68
Figura 4 - Sostituzione di una traversina con una traversina speciale che integra i DBC	69
Figura 6 - Sistema di fissaggio dei DBC alla rotaia mediante morsetto.....	71
Figura 8 - Schema dell'architettura generale del sistema di rilevamento delle boccole calde	75
Figura 9 - Principio di posizionamento dei DBC per la lettura della temperatura delle boccole. Vista dall'alto e vista frontale.....	76
Figura 10 - Posizionamento dell'apertura per la temperatura nella parte comune degli oblò di lettura.....	77
Figura 11 - Posizionamento e architettura dei rivelatori elettronici di ruota (rivelatori degli assi).....	78
Figura 12 - Architettura generale di una postazione locale e dei relativi captatori di binario.....	79
Figura 13 - Piano di installazione dei captatori per il sistema di DBC in tunnel.....	88
Figura 14 - Schema di posizionamento di un captatore DBC su traversine speciali con supporto metallico preadattato	93
Figura 15 - Supporti metallici con rinforzi laterali per la protezione dei captatori.....	94
Figura 16 - Foto di installazione dei rivelatori di assi su morsetto con protezione del captatore	95

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Bilancio di potenza.....	98
Tabella 2 – Condizioni ambientali	99
Tabella 3 – Influenze esterne.....	101

RESUME/RIASSUNTO

La section transfrontalière de la partie commune de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon – Turin comprend les ouvrages suivants :

- Les raccordements à la ligne historique de Saint Jean de Maurienne
- La gare internationale de Saint Jean de Maurienne
- Le site de sécurité et de maintenance de Saint Jean de Maurienne
- Le tunnel de base
- La gare internationale de Suse
- Le site de sécurité et de maintenance de Suse
- Le tunnel d'interconnexion
- Les raccordements à la ligne historique de Bussoleno.

Afin d'alerter le PCC pour que des mesures d'exploitation et/ou de sécurité soient prises dans les meilleurs délais, différents systèmes surveillent les parties ferroviaires et non ferroviaires de cette zone.

L'objectif du système de détection de boîtes chaudes est de détecter un échauffement anormal d'une boîte d'essieu sur tout type de train.

Les détecteurs sont constitués de capteurs à infrarouges placés sur des traverses spéciales.

Ils sont positionnés sur les voies (ligne nouvelle et ligne historique) permettant l'accès aux tunnels de la zone LTF, ainsi qu'à proximité des têtes dans le tunnel de base.

La sezione transfrontaliera della parte comune della nuova linea ferroviaria Torino – Lione comprende le opere seguenti :

- I raccordi alla linea storica di Saint Jean de Maurienne
- La stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne
- Il sito di Saint Jean de Maurienne
- Il tunnel di base
- La stazione internazionale di Susa
- Il sito di Susa
- Il tunnel di interconnessione
- I raccordi alla linea storica di Bussoleno.

Allo scopo di dare l'allarme alla PCC perché misure di esercizio e/o di sicurezza siano adottate entro i migliori termini, vari sistemi sorvegliano le parti ferroviarie e non ferroviarie di questa zona.

L'obiettivo del sistema di rilevamento di temperatura boccole è di rilevare un surriscaldamento anomalo di una boccola su qualsiasi tipo di treno.

I rivelatori sono costituiti da captatori a raggi infrarossi messi su traversine speciali.

Sono piazzati su binari (linea nuova e linea storica) che permettono l'accesso ai tunnel della zona LTF, così che in prossimità degli imbocchi nel tunnel di base

1. *Introduzione*

Il governo italiano ed il governo francese hanno deciso di intraprendere la realizzazione di una linea ferroviaria nuova che colleghi Torino e Lione. Questo progetto consiste, innanzitutto, nella pianificazione di un itinerario per il trasporto merci ad elevate prestazioni per poter attraversare le Alpi, destinato soprattutto a limitare il traffico stradale che transita su queste zone ecologicamente sensibili.

Questo nuovo collegamento comporterà anche una dimensione viaggiatori importante, nella misura in cui esso collegherà le reti ad alta velocità di Italia e Francia, offrendo anche tempi di percorrenza ridotti tra le due regioni frontaliere di attrazione che sono il Piemonte e la Savoia.

Benché si componga di tre sezioni distinte, di cui due nazionali, solo la parte comune italo-francese, detta « internazionale » tra Saint-Jean de Maurienne e Bussoleno è oggetto del nostro studio.

La sezione così considerata avrà una lunghezza totale pari a circa 67 Km e le principali opere che ne faranno parte saranno le seguenti:

- I raccordi alla linea storica di Saint Jean de Maurienne,
- La stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne,
- L'area di sicurezza e manutenzione di Saint Jean de Maurienne,
- Il tunnel di base da 57 Km, che comprende:
 - La discenderia di Saint Martin de la Porte,
 - La discenderia di La Praz,
 - L'area di sicurezza sotterranea di La Praz
 - Il pozzo di ventilazione di Avrieux
 - La discenderia di La Modane,
 - L'area di sicurezza sotterranea di Modane,
 - Il pozzo di ventilazione di Clarea,
 - L'area di sicurezza sotterranea di Clarea,
 - Il tunnel di Maddalena
- La stazione internazionale di Susa,
- L'area di sicurezza e manutenzione di Susa,
- Il tunnel di interconnessione della lunghezza di 2 Km,
- I raccordi alla linea storica di Bussoleno.

Per gestire la sezione internazionale saranno utilizzati due Posti di Comando Centralizzati (PCC). 1 PCC situato a Saint Jean de Maurienne e 1 PCC a Susa. Uno delle due è attivo mentre l'altro è in stand-by.

2. *Glossario*

C2	Cavo non propagatore di fiamme
CIG	Commissione Intergovernamentale franco-italiano
CR1/C1	Cavo resistente al fuoco e non propagatore d'incendio
GTF	Gestione Tecnica Ferroviaria
IK	Indice di resistenza agli urti meccanici
IP	Indice di Protezione
LTF	Lione Torino Ferroviario
PCC	Postazione di Comando Centralizzato
RFF	Rete Ferroviaria Francese
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
STI	Specifiche Tecniche d'Interoperabilità
TGBT	Quadro Generale Bassa Tensione
UIC	Unione Internazionale delle Ferrovie

3. *Presentazione del sistema di rilevamento delle boccole calde*

In questa sezione, viene presentato il sistema di rilevamento delle boccole calde installato negli impianti di sicurezza.

Il sistema viene descritto nel suo contesto, ne sono enunciati gli obiettivi, nonché le opere e i quadri regolamentari che lo influenzano. Segue infine l'analisi dei **vincoli** cui è soggetto e i risultati previsti.

3.1 *Generalità*

Nonostante il miglioramento delle norme e tecniche di manutenzione degli impianti, gli esercenti delle reti ferroviarie riconoscono che non è possibile eliminare completamente il potenziale rischio di deragliamenti dovuti alla rottura di un asse.

Tuttavia, una delle cause principali di rottura degli assi è il surriscaldamento di un cuscinetto dell'asse. Se il surriscaldamento è preso in tempo, basterà revisionare il cuscinetto in officina, ma se non viene rilevato, si potrebbero verificare gravi conseguenze sulle reti e persino il deragliamenti del treno.

Il sistema di rilevamento delle boccole calde sulle reti ferroviarie previene gli incidenti causati dal surriscaldamento di un cuscinetto dell'asse.

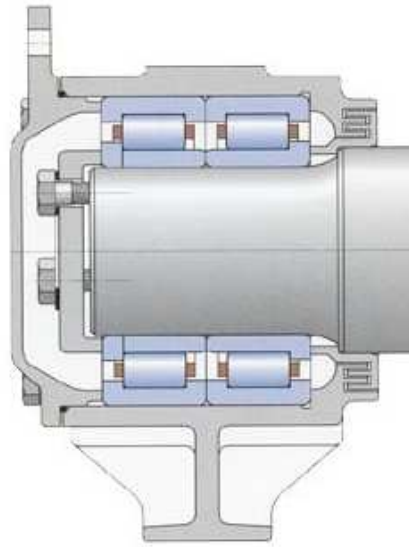


Figura 17 - Profilo di una boccola

D'ora innanzi, l'acronimo DBC sarà utilizzato per indicare i rivelatori di boccole calde.

3.2 *Obiettivi del sistema*

"Il dispositivo di rilevamento di boccole calde deve essere in grado di rilevare, in un lasso di tempo durante il quale la temperatura viene aumentata gradualmente, di rilevare un surriscaldamento anomalo di una boccola". (prescrizione STI).

3.3 *Topologia e geometria delle opere*

La scelta dell'architettura del sistema di rilevamento delle boccole calde dipenderà dai seguenti elementi:

- profilo in lungo,
- tagli tipo nel tunnel,
- posizione dei locali tecnici,
- posizione delle discenderie,
- posizione dei punti di arresto dei treni che sono stati oggetto di un rilevamento di boccole calde,
- vincoli fisici imposti sulle reti in questione

3.4 *Quadro regolamentare*

In questo paragrafo sono presentati i regolamenti, le norme e gli standard europei, italiani, francesi e internazionali che hanno un impatto sullo studio del sistema di rilevamento delle boccole calde.

La priorità di applicazione delle regole accettate per questo progetto sarà conforme alla Consegna 37 sui principi del quadro regolamentare in materia di sicurezza (§2.5 Gerarchia normativa):

- le direttive europee e le norme STI si applicano prioritariamente al progetto.
- In mancanza, le regole definite dalla CIG hanno la priorità sulle regole nazionali. La CIG può stabilire regole più severe rispetto alle direttive europee e alle norme STI, tranne per il materiale rotabile.
- In assenza di direttive europee, norme STI o regole della CIG, si applica la norma nazionale più severa, purché venga garantita la coerenza dell'insieme dispositivo.

Le regole hanno una parte comune identica.

3.4.1 Direttive europee e norme STI

In questo paragrafo sono elencate le norme e le direttive europee, e le specifiche tecniche di interoperabilità.

- Specifiche tecniche di interoperabilità riprese dalle seguenti decisioni del Consiglio europeo: 2002/730/CE, 2002/731/CE, 2002/732/CE, 2002/733/CE, 2002/734/CE, et 2002/735/CE
- Direttiva del Consiglio europeo 96/48/CE relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità,
- Direttiva del Consiglio europeo n. 73/23/CEE: "Direttiva bassa tensione".
- Direttiva europea CEM 89/336/CEE (norma ENV50121-4): "Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica"
- Direttiva europea DBT 93/68/CEE (norma ENF EN 60950): "Apparecchi di elaborazione delle informazioni - Sicurezza"
- NF EN 61587-1: Prove climatiche, meccaniche e aspetti di sicurezza per armadi, telai, sottotelai e chassis.
- NF EN 61587-3: "prove di schermatura elettromagnetica per armadi, telai, sottotelai e chassis".

3.4.2 Regole della CIG

Dopo la presentazione dei regolamenti europei che hanno la priorità su ogni altra norma, segue l'elenco dei criteri della CIG in vigore per il sistema di rilevamento delle boccole calde.

- Criteri CIG-22 versione del 31/03/2010.

3.4.3 Altre norme

Infine, dopo i regolamenti europei e della CIG, seguono le regole nazionali e internazionali che non rientrano nelle prime due categorie.

- UIC 515: "Veicoli - Organi di rotolamento",
- UIC 779-9: "Sicurezza nei tunnel ferroviari",
- CEI 364-3 : "Impianti elettrici di edifici. Determinazione delle caratteristiche generali",

- Codici del lavoro francese e italiano.

3.5 Censimento di vincoli e prestazioni

Nella prima parte del documento, sono stati analizzati gli aspetti generici del sistema di rilevamento delle boccole calde, come pure le norme e i regolamenti applicabili. In questa sezione, sono descritti i vincoli fisici del sistema e da ultimo le prestazioni previste.

3.5.1 Vincoli

In questo paragrafo sono spiegati tutti i tipi di vincoli che si applicano alla progettazione e alla realizzazione del sistema di rilevamento delle boccole calde.

3.5.1.1 Vincoli di sicurezza

- Vincoli funzionali

L'attivazione di uno dei rivelatori di boccole calde genera un allarme automatico e immediato al PCC, che riporta le seguenti informazioni caratteristiche:

- o data e ora dell'incidente,
- o identificazione del rivelatore,
- o identificazione e senso di marcia del treno,
- o posizione dell'asse e lato dell'avaria,
- o livello di allarme.

Gli impianti fissi saranno progettati per il rilevamento e la trasmissione di due livelli di allarme:

- o temperatura anormale che richiede un'ispezione della scatola assi,
- o temperatura pericolosa che richiede l'intervento immediato.

- Sicurezza dei beni e delle persone

Gli impianti del sistema dovranno essere concepiti e realizzati in totale conformità con i regolamenti e le norme in materia di sicurezza dei beni e delle persone.

Tutti i cavi elettrici, i raccordi e gli altri elementi costitutivi del sistema di tunnel dovranno essere privi di materiali:

- alogeni,
- propaganti di fiamme,
- propaganti di fumi tossici.

3.5.1.2 Vincoli ambientali

Le condizioni ambientali minime all'interno e all'esterno del tunnel sono riportate all'Allegato 1.

All'esterno, le condizioni climatiche saranno quelle di una valle alpina con imbocchi di tunnel a circa 600m di altitudine.

Il tunnel è tagliato in una roccia calda. La temperatura nel tunnel incluso nei rami può raggiungere 32°C.

A livello delle aree di intervento, è previsto un sistema di aspersione d'acqua su 750 m.

Il passaggio del treno produce un effetto di pistone e genera una sovrappressione in avanti del medesimo e una depressione all'indietro nel tunnel. La variazione massima di pressione dovuta al passaggio dei treni sarà di circa 10 kPa.

L'usura della catenaria produce polvere di rame che, a sua volta, favorisce l'otturazione dei captatori.

A causa del peso dei convogli, le rotaie saranno soggette a un tasso di usura considerevole e alla conseguente produzione di polveri di acciaio (ad esempio, i binari del Tunnel della Manica sono stati sostituiti una volta in 10 anni di operatività).

La costruzione dei tunnel produrrà polveri di cemento in quantità considerevoli nella prima fase di esercizio e poi gradualmente minore.

In base all'esperienza del Tunnel della Manica, si prevede che i materiali saranno contaminati da elevate quantità di grassi e altre sostanze parassite.

Il passaggio dei treni nelle canne produrrà forti vibrazioni.

3.5.1.3 Vincoli di esercizio e manutenzione

I rivelatori di boccole calde dovranno poter rilevare il surriscaldamento degli assi dei treni.

In particolare, dovranno rilevare le anomalie sui treni tempestivamente per consentire l'arresto dei treni nelle aree previste a tale effetto.

I treni potranno circolare nei due sensi su ciascun binario.

La velocità dei treni nel tunnel sarà compresa fra 100 e 220 km/h.

Tutte le boccole dei treni sono dotate di un oblò di lettura della temperatura degli assi, situato orizzontalmente sotto la medesima.

Gli oblò di lettura hanno una dimensione e posizione variabile in funzione del tipo di boccola installata sui carrelli dei treni.

- **Manutenzione**

Per la nuova linea, la manutenzione prevista è di 4 ore notturne lungo i due binari, in tutta la loro lunghezza o in parte.

Per la linea storica, la manutenzione prevista è di 2 ore diurne per ciascun binario.

Gli interventi di manutenzione sugli impianti in prossimità delle discenderie e al di fuori della piattaforma ferroviaria potranno essere realizzati durante l'operazione delle linea ferroviaria.

La pulizia del tunnel sarà realizzata per getto d'acqua. Si prevede l'utilizzo di altri prodotti detergenti, ma attualmente non sono stati definiti.

Ai fini della chiarezza, è precisato quanto segue:

“Per manutenzione preventiva, si intende un tipo di manutenzione eseguita a intervalli predeterminati, o in base a criteri prescritti, e che mira a ridurre le probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di un'entità.

Per manutenzione correttiva, si intende la manutenzione eseguita in seguito alla constatazione di un guasto e che ha lo scopo di ristabilire il funzionamento di un'entità.

Per manutenzione straordinaria, si intende un'azione intrapresa volontariamente per migliorare l'affidabilità e/o consolidare l'infrastruttura per mezzo di interventi che aumentano il valore del patrimonio”.

- o Preventiva:
senza oggetto.
- o Correttiva:
tutti i componenti necessari alla manutenzione del sistema dovranno essere disponibili per 15 anni.
- o Straordinaria:
il sistema potrà essere sostituito dopo minimo 15 anni di esercizio.

3.5.1.4 Vincoli di realizzazione

La sede di installazione degli impianti di rilevamento delle boccole calde nelle canne sarà vincolata ai seguenti fattori:

- Installazione

In tunnel, i binari saranno posati su blocchi in cemento. Questo potrebbe rendere necessaria l'adozione di disposizioni specifiche per l'installazione degli impianti.

La sede di installazione degli impianti di elaborazione delle informazioni dei DBC dipenderà dallo spazio disponibile nelle aree tecniche e dalla distanza fra questi ultimi e i binari.

La sede di installazione degli impianti nella canna dipenderà dal taglio tipo in sezione corrente, livello basso, come illustrato nella figura di seguito.

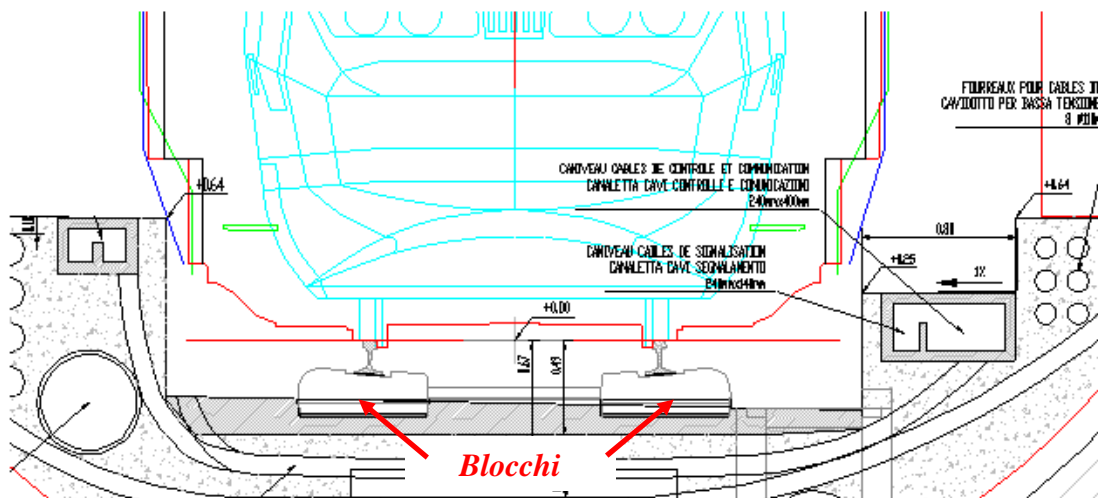
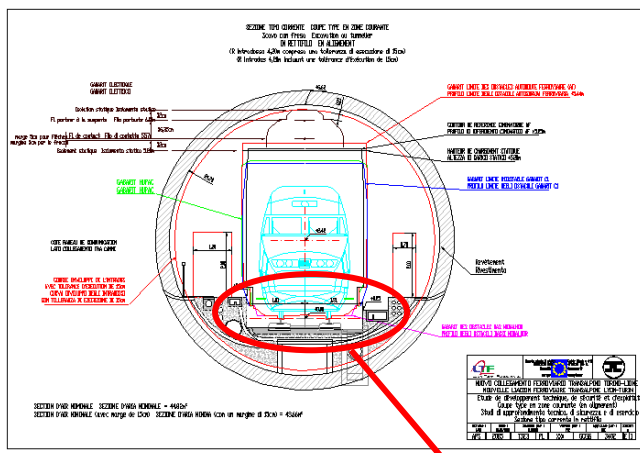


Figura 18 - Taglio tipo in tunnel. Zoom al livello basso.

3.5.1.5 Vincoli di evoluzione

Le unità di gestione dei DBC sul lato di Saint Jean de Maurienne e Borgone (linea storica, lato italiano) saranno dimensionate in considerazione delle varie evoluzioni delle esigenze di pianificazione delle stazioni.

I nuovi impianti installati dopo la messa in servizio della zona LTF dovranno potersi interfacciare con gli impianti già in servizio.

3.5.2 Prestazioni

Dopo l'analisi dei vincoli cui sarà soggetto il sistema di rilevamento delle boccole calde, segue ora la definizione delle prestazioni target. Queste possono essere distinte in sei punti: prestazioni generali, prestazioni di misura, tempo di reazione previsto per il sistema, affidabilità, manutenzione e disponibilità.

3.5.2.1 Generalità

Il sistema dovrà soddisfare l'insieme dei vincoli enunciati in precedenza.

3.5.2.2 Precisione della misura

La cattura delle radiazioni termiche dovrà essere realizzata su una scala di temperatura compresa fra 0°C e 150°C minimo.

La precisione sulla misura di temperatura delle boccole dovrà essere inferiore a 3°C fino a 90°C, e inferiore a 5°C per le temperature superiori a 90°C.

3.5.2.3 Tempi di reazione

Il tempo di elaborazione generale degli allarmi di esercizio e quindi il rilevamento di un'anomalia fino alla registrazione nel PCC non dovrà essere superiore a 10 secondi.

3.5.2.4 Affidabilità

In fase di esercizio normale del sistema, la produzione di falsi allarmi non dovrà essere superiore a 1 per 1000 allarmi generati.

3.5.2.5 Manutenzione

- Preventiva:

l'intervallo temporale fra due manutenzioni preventive non potrà essere inferiore a 15 giorni in tunnel e a 6 mesi fuori tunnel.

- Correttiva:

l'intervallo temporale fra due manutenzioni correttive su uno stesso componente dell'impianto non potrà essere inferiore a 12 mesi.

- Straordinaria:

senza oggetto.

3.5.2.6 Disponibilità

Gli impianti del sistema di rilevamento delle boccole calde situate sulla nuova linea non saranno disponibili per massimo 4 ore la notte, ogni due giorni.

Gli impianti del sistema di rilevamento delle boccole calde situati sulla linea nuova non saranno disponibili per massimo 2 ore diurne ogni giorno.

4. *Analisi delle tecnologie*

In questo paragrafo, è presentata un'analisi comparativa delle tecnologie attualmente disponibili sul mercato e, nella misura del possibile, di quelle che saranno sviluppate a breve e lungo termine.

L'obiettivo di questa analisi è duplice:

- proporre, attualmente, la tecnologia più adeguata ai vincoli, agli obiettivi e alle prestazioni enunciati in precedenza.
- Individuare fin d'ora le tecnologie, che per quanto affidabili attualmente, saranno obsolete a medio termine, e quindi da escludere nella realizzazione dell'opera.

Nella sezione successiva del documento, viene presentato lo studio delle tecnologie di rilevamento delle boccole calde e degli assi.

4.1 *DBC*

Di tutti gli impianti per il rilevamento delle boccole calde disponibili sul mercato mondiale (Africa, Austria, Cina, Stati Uniti, Francia, Italia, ecc.), abbiamo osservato che le tecnologie e i principi di funzionamento erano relativamente simili. Viene proposta una descrizione abbastanza generica che ingloba i diversi sistemi analizzati. Soltanto i principi di realizzazione e le specifiche tecniche permetteranno di differenziare gli impianti esistenti.

4.1.1 *Descrizione*

Tutti gli oggetti emettono calore per irraggiamento, sia sotto forma di onde elettromagnetiche che per conduzione o convezione.

L'energia termica irradiata da un oggetto aumenta quando questo diventa più caldo. La misura di questa energia termica permette a un captatore a infrarossi di calcolare la temperatura dell'oggetto.

Il principio di funzionamento di questo tipo di rilevatore è pertanto di catturare, mediante un sensore sensibile ai raggi infrarossi (IR), l'irradiazione termico emesso dall'oblò di apertura di una boccola di un treno in passaggio e in linea al captatore.

Secondo i fornitori di questi impianti, a causa dei vari vincoli di otturazione legati al passaggio del treno, la cellula di misura del captatore potrebbe non allinearsi direttamente all'apertura dell'oblò della boccola. Un sistema ottico, costituito da specchio e lenti, reindirizza il raggio della boccola alla cellula di misura IR.

La cellula IR che realizza la misura è un elemento che richiede condizioni di funzionamento molto specifiche. Nella maggior parte dei modelli studiati, essa deve essere asservita alla temperatura per garantire la costanza del valore di riferimento di misura. Tale funzione richiede particolari requisiti di alimentazione.

Su alcuni modelli studiati, e questo al fine di limitare l'infiltrazione delle impurità all'interno del captatore quando il sistema non è attivo, è previsto un otturatore sull'orifizio di lettura. L'apertura e la chiusura dell'otturatore possono essere comandati in remoto.

Fra due misure su treni diversi, alcuni sistemi eseguono la calibratura automatica. Tale funzione permette anche di determinare il tasso di ostruzione del captatore: se la calibratura automatica non viene eseguita, ovvero se il valore soglia di misura arriva a fine corsa, questo significa che il tasso di impurità sui sistemi ottici è troppo elevato. A questo punto, viene emesso un segnale che avvisa della necessità di un'operazione di manutenzione.

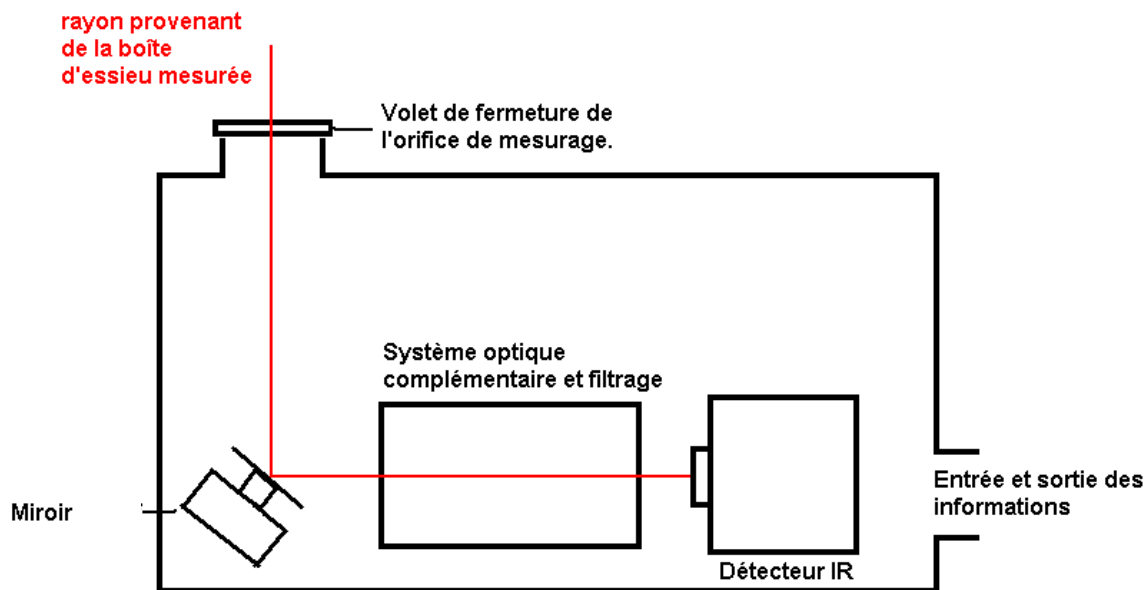


Figura 19 - Esempio di uno schema di descrizione di un captatore DBC

4.1.2 Messa in servizio mediante integrazione dei DBC a una traversina

Messa in servizio mediante integrazione dei DBC a una traversina

4.1.2.1 Descrizione della messa in servizio mediante integrazione dei DBC

Le rotaie sono fissate su traversine o blocchetti cui sono solidali. Dato che i DBC devono poter leggere la temperatura delle boccole mediante un oblò di apertura di piccole dimensioni (alcuni cm), essi devono essere posizionati in modo che la distanza dalla rotaia, e quindi la distanza dall'oblò di lettura, sia costante.

Sostituendo una traversina con una traversina speciale che integra i rilevatori di boccole calde, l'oblò di lettura delle boccole sarà sempre allineato al captatore.



Figura 20 - Sostituzione di una traversina con una traversina speciale che integra i DBC

4.1.2.2 Vantaggi

Si esclude il rischio di deregolazione della posizione del captatore rispetto al binario, e quindi rispetto all'oblò di lettura delle boccole.

4.1.2.3 Inconvenienti

Alcuni impianti di rilevamento di boccole calde saranno collocati nel tunnel. Le operazioni di posa delle rotaie saranno realizzate prima delle operazioni di posizionamento degli impianti elettrici, di ventilazione, sicurezza, ecc.

Queste ultime operazioni creeranno delle perturbazioni e un elevato tasso di ostruzione degli impianti già installati e del tunnel in generale. Integrando i DBC direttamente in una traversina, vi è il rischio che il materiale venga danneggiato durante le fasi post-genio civile.

Inoltre, per le operazioni di martellamento della massicciata, i captatori dovranno poter essere estratti per non danneggiare la rincalzatrice.

4.1.3 Installazione mediante fissaggio su traversine speciali

In base a un principio simile a quello esposto in precedenza, segue la descrizione di un metodo di posizionamento dei DBC con traversine speciali, anche se in questo caso si tratta soltanto di fissarle.

4.1.3.1 Descrizione dell'installazione mediante fissaggio dei DBC

Fissando i DBC direttamente alla traversina già installata, si esclude la possibilità di deregolazione e di errore di lettura in caso di cedimento delle rotaie o di vibrazione dei binari al passaggio dei treni.



Figura 1 - Installazione mediante fissaggio su traversine speciali

4.1.3.2 Vantaggi

Collocando gli impianti di rilevamento delle boccole calde dopo aver installato gli altri impianti di sicurezza, anziché durante i lavori di genio civile, si limitano le ostruzioni intempestive e i rischi di danneggiamento del materiale che potrebbero verificarsi durante le fasi fra il genio civile e l'installazione degli impianti.

Per gli impianti che saranno installati all'esterno del tunnel, le operazioni di disinstallazione dei captatori dal martellamento del massiccio e successiva reinstallazione potranno essere semplificate in funzione dei metodi di fissaggio dei captatori. Una volta rimossi i captatori, rimarrà una sola traversina che non genera alcun vincolo particolare sulla rinalzatrice.

4.1.3.3 Inconvenienti

Per posizionare i DBC sulle traversine speciali in modo stabile sono necessari dei punti di fissaggio specifici. Occorre considerare che questo tipo di fissaggio potrebbe richiedere l'installazione di traversine speciali, la cui ubicazione e distanza saranno specifiche al fissaggio degli impianti.

4.1.4 Installazione mediante integrazione dei DBC a una traversina

Al fine di evitare i vincoli legati all'installazione di traversine speciali, viene descritto un metodo di fissaggio dei DBC direttamente alle rotaie.

4.1.4.1 Descrizione dell'installazione mediante integrazione dei DBC

Il captatore DBC è posizionato direttamente sulla rotaia mediante un morsetto di fissaggio speciale.



Figura 21 - Sistema di fissaggio dei DBC alla rotaia mediante morsetto.

4.1.4.2 Vantaggi

Non è necessario una traversina speciale per il fissaggio dei captatori.

4.1.4.3 Inconvenienti

Questo tipo di fissaggio alla rotaia aumenta i vincoli di vibrazioni sui captori, e questo potrebbe danneggiare i componenti costitutivi più rapidamente. Inoltre, durante le operazioni di martellamento del massiccio, i captatori devono essere estratti completamente, cosa che implica una nuova regolazione al momento della reinstallazione.

4.1.5 Sintesi

Al fine di limitare il tasso di ostruzione dei captatori, si prevede che i DBC saranno costituiti in modo tale che il captatore IR non venga posizionato direttamente in linea con l'apertura di misura. Inoltre, sarà necessario predisporre un otturatore di lettura, che potrà essere comandato in remoto.

Inoltre, si prevede che il sistema installato sia in grado di effettuare una calibrazione automatica regolare e di rilevare il tasso di ostruzione per superamento di una soglia con produzione di un allarme al posto locale.

Per l'installazione dei captatori sul binario, viene esclusa la soluzione di fissaggio diretto alla rotaia perché l'esperienza ha mostrato un degrado precoce dei captatori di binario.

La soluzione che prevede l'integrazione dei captatori nella traversina, non sembra essere la migliore ipotesi a causa dell'installazione degli impianti nel tunnel per i motivi espressi in precedenza.

La soluzione che prevede il fissaggio dei DBC su traversine indipendenti sembra più indicata a soddisfare le previsioni e superare i vincoli del sistema. Si prevede pertanto di attuarla.

4.2 Rivelatori di assi

Si tratta di un sistema che permette di avvisare del passaggio di un treno. Questo è utile per il rilevamento delle boccole calde perché è necessario preparare la lettura della temperatura della boccola calda prima dell'arrivo del treno e sincronizzare tale lettura con il passaggio dell'oblò di lettura in linea con il captatore.

L'ubicazione dell'oblò di lettura corrisponde al centro della ruota.

4.2.1 Tecnologia magnetica

La prima tecnologia presentata utilizza un oscillatore magnetico che reagisce al passaggio della ruota di un treno.

4.2.1.1 Descrizione

Il sistema è costituito da un rivelatore magnetico collocato lungo la rotaia, dotato di un sistema elettronico di elaborazione collocato in una scatola lungo il binario.

L'elettronica di elaborazione è collegata al rivelatore magnetico e il gruppo oscilla a una certa frequenza. Tale frequenza è trasmessa all'unità di elaborazione dei DBC che è sita nella postazione locale dei DBC, in prossimità al binario.

Al passaggio di un componente metallico nel campo magnetico del rivelatore, il sistema è turbato e la trasmissione della frequenza viene interrotta. A quel punto, è possibile determinare con precisione la presenza della ruota di un treno nei siti di installazione dei rilevatori degli assi, e quindi determinare il momento di passaggio del treno.

4.2.1.2 Vantaggi

I tempi di risposta e la precisione di misura di questo dispositivo dipendono dal tipo di misura da effettuare.

La misura viene realizzata senza alcun contatto con l'elemento da misurare e può avvenire a velocità superiori a 350km/h.

Questa tecnologia è stata largamente approvata ed è considerata affidabile ed efficace. La maggior parte degli impianti di rilevamento degli assi e di boccole calde sulle reti ferroviarie francesi utilizza questa tecnologia.

L'installazione di questo tipo di captatori è semplice e rapida.

4.2.1.3 Inconvenienti

La necessità di dover installare i captatori del sistema in vicinanza dei cerchioni delle ruote lo rende vulnerabile al passaggio dei treni, in particolare a causa dei componenti trainanti.

Tale rischio può essere attenuato collocando i captatori su morsetti individuali di protezione (protezione mediante pezzi metallici situati a lato del captatore. Vedere figura 11).

4.2.2 Tecnologia elettrica

La seconda tecnologia presentata permette di reperire la presenza di treni per sezione sulla rete ferroviaria francese.

4.2.2.1 Descrizione

Le due rotaie di ciascuna sezione hanno la funzione di conduttori per un circuito di binario isolato. In questo senso, le rotaie montate su traversine isolanti sono dotate di giunti isolanti. L'alimentazione del circuito di binario è collegata a un'estremità del circuito, mentre il relè della linea è collegato all'altra estremità.

In assenza di treno, il relè del binario è eccitato. In presenza di una circolazione, i cavi delle rotaie sono messe in corto-circuito dagli assi e il relè viene diseccitato.

Inoltre, in caso di rottura di un conduttore nel circuito di binario, e nello specifico una rottura della rotaia, viene prodotto lo stesso effetto, cosa che invia un allarme al servizio e agevola la riparazione.

I circuiti di binario, arrivati in Francia dopo la guerra, utilizzano impulsi ad alta tensione (3 impulsi per secondo e durata di alcuni millisecondi).

Il loro vantaggio è garantire un migliore contatto ruota-rotaia sui binari sporchi od ossidati e garantire oltretutto un risparmio di energia. Inoltre, questo circuito di binario è, per la sua tecnologia, insensibile alle perturbazioni provocate dai transistori dei motori.

Per poter utilizzare la lunga rotaia saldata, progresso caratteristico della linea moderna, è stato necessario eliminare i giunti isolanti all'estremità dei circuiti di binario.

La soluzione è arrivata con l'utilizzo di correnti a frequenza selezionata nei circuiti di binario, in cui le file di rotaie servono a formare loop di circuiti accordati.

In queste condizioni, le estremità dei circuiti di binario non richiedono un'interruzione nella continuità metallica delle rotaie, ma includono alcuni punti di raccordo per l'unione delle due file.

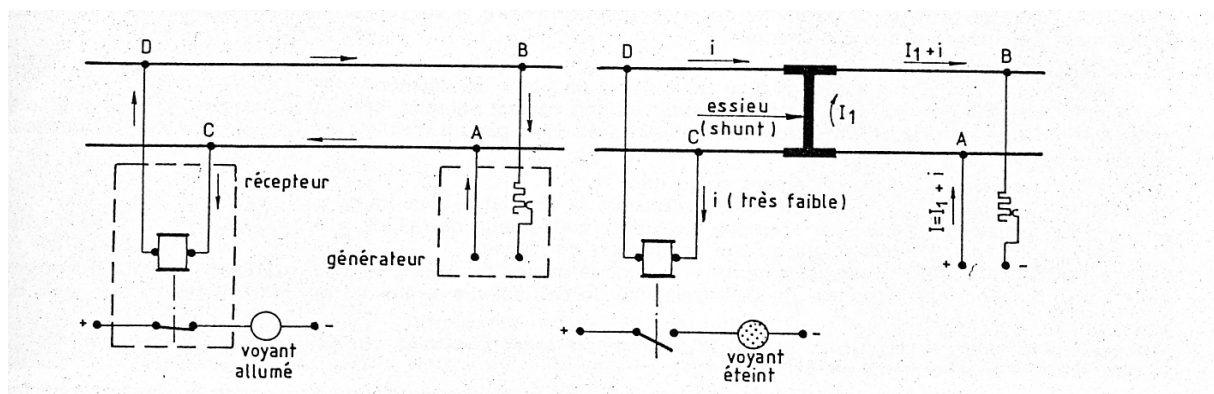


Figura 2 - Schema di funzionamento dei circuiti di binario.

4.2.2.2 Vantaggi

Questa tecnologia è stata largamente approvata ed è considerata affidabile ed efficace. La maggior parte degli impianti per la segnalazione dei binari sulle reti ferroviarie francesi si serve di questa tecnologia per rilevare il passaggio di un treno.

Tali impianti sono presenti sui binari e possono essere utilizzati al progetto in oggetto.

4.2.2.3 Inconvenienti

Le posizioni di inizio e di fine delle sezioni sono fisse e non corrisponderanno necessariamente alle esigenze di installazione dei DBC. Non sarà possibile avere il controllo sul tempo intercorso fra il passaggio del treno all'inizio o alla fine della sezione e il suo passaggio sul DBC. Si ricorda che da tale intervallo di tempo deriva l'intervallo di tempo di apertura dell'otturatore.

Inoltre, questa soluzione non permette di effettuare il calcolo degli assi in entrata e in uscita, informazioni che possono servire a convalidare il passaggio completo del treno.

La precisione di rilevamento è al livello di sezione e potrà essere sufficiente per impedire l'arrivo di treni, ma non adeguata alla sincronizzazione della misura di temperatura delle boccole. In tutti i casi, occorrerà predisporre un dispositivo più preciso a livello di DBC per la sincronizzazione della misura.

4.2.3 Sintesi

La tecnologia elettrica mediante installazione di circuiti di binario non è sufficiente per soddisfare i requisiti di precisione del sistema, in particolare relativi alla sincronizzazione della misura con il passaggio dell'oblò di apertura della boccola.

Inoltre, poiché la lunghezza delle sezioni è superiore alla distanza di arresto dei treni, almeno nella parte francese (criterio SNCF), dove è almeno di un chilometro. Questo significa che per tutto il tempo di percorrenza di tale chilometro, l'otturatore del DBC rimarrà aperto.

L'utilizzo di rivelatori magnetici permette, invece, un posizionamento variabile. In generale, questi sono installati a un centinaio ai due lati di ciascun DBC. Questo significa che l'otturatore rimarrà aperto soltanto per un periodo di percorrenza di 200m. L'ostruzione dei DBC per effetto dei rivelatori magnetici sarà inferiore a quella causata dai circuiti di binario.

La tecnologia magnetica è maggiormente utilizzata nelle applicazioni di rilevamento delle boccole calde. Per la sua comprovata affidabilità e le prestazioni garantite, si prevede di adottarla in questo progetto.

5. Studio dell'architettura e analisi funzionale

In questo paragrafo, viene descritta l'architettura globale del sistema, dagli impianti di terra al loro raccordo alla rete di telecomunicazioni.

Vengono specificati in particolare il numero di captatori, il loro posizionamento ottimale, il numero e le caratteristiche delle postazioni di misura, ecc.

L'architettura del sistema è completata da un'analisi funzionale dell'impianto.

5.1 Architettura

Dopo aver scelto le tecnologie, viene analizzata l'architettura del sistema.

Nella prima parte viene presentata l'architettura generale. In seguito, lo studio si concentra sui captatori, i cavi di alimentazione elettrica e di trasmissione, i posti locali e le interfacce, quella elettrica e quella di comunicazione.

5.1.1 Architettura generale

Lo schema di seguito illustra l'architettura generale del sistema.

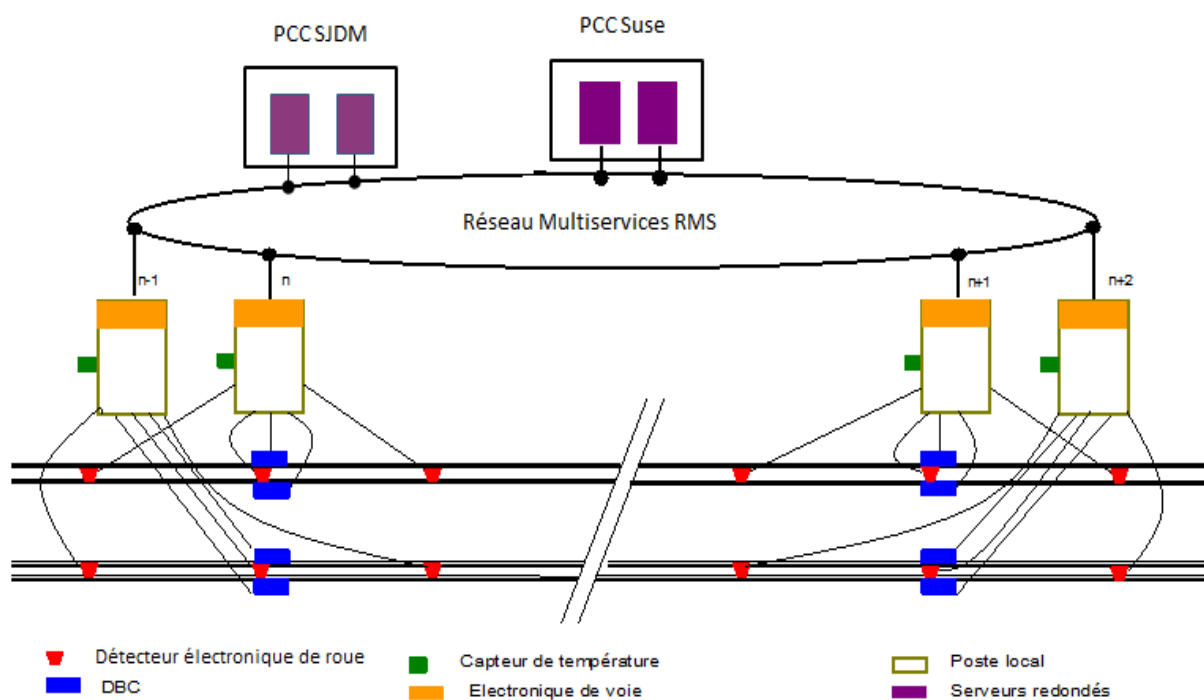


Figura 22 - Schema dell'architettura generale del sistema di rilevamento delle boccole calde

5.1.2 Captatori

Per il sistema di rilevamento delle boccole calde, viene presentata in primo luogo l'architettura dei diversi captatori da installare.

5.1.2.1 DBC

I DBC dovranno essere installati in prossimità delle rotaie, su ciascun lato esterno dei binari, in modo da poter effettuare la lettura dell'oblò di apertura delle boccole (ci sono due boccole per asse, una su ciascun lato del treno).

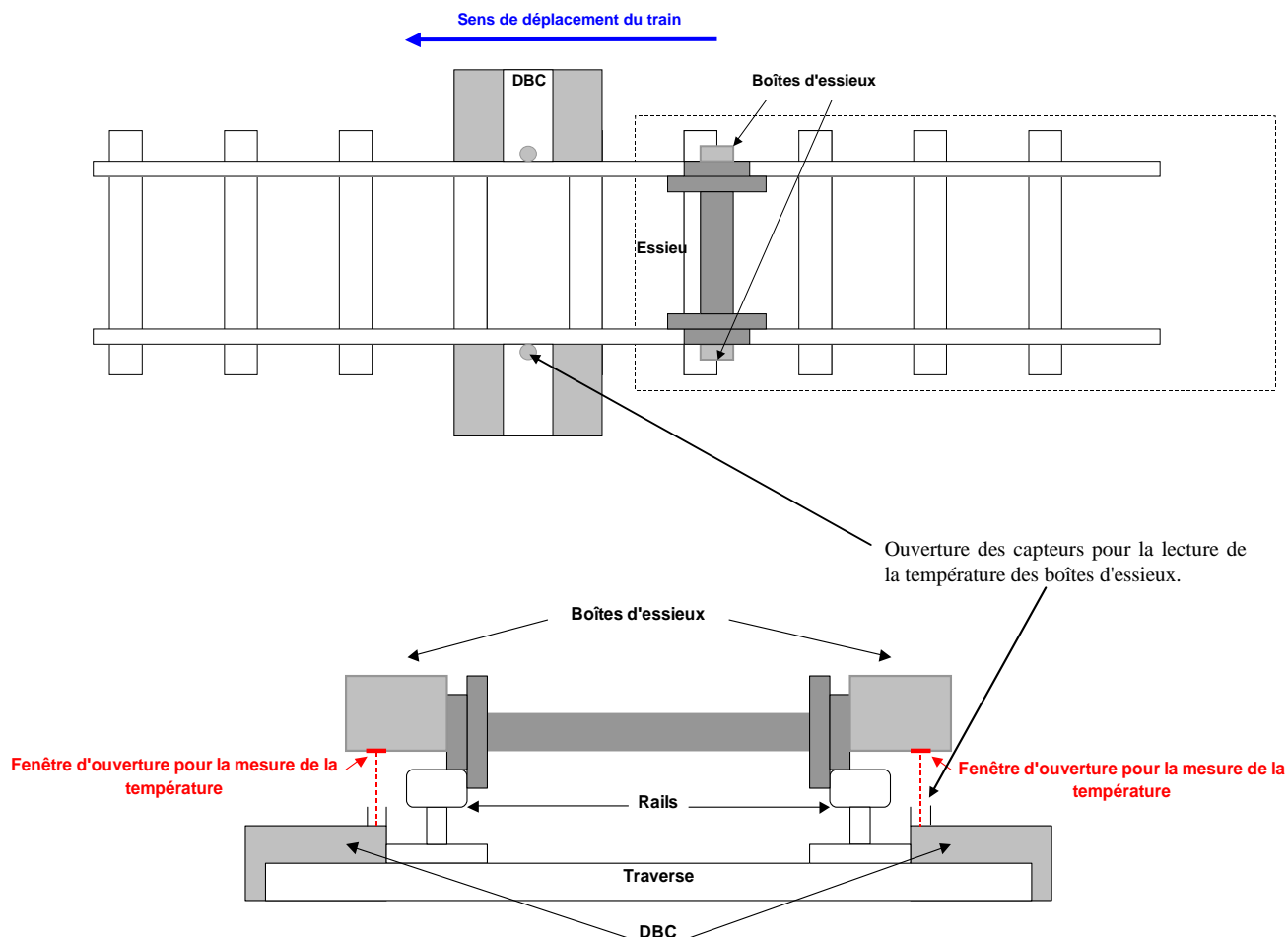


Figura 23 - Principio di posizionamento dei DBC per la lettura della temperatura delle boccole. Vista dall'alto e vista frontale.

Gli oblò di rilevamento sono posizionati in modo diverso sulle boccole in funzione del tipo di boccole o di treno. Pertanto, occorre poter posizionare i rivelatori di boccole calde in modo che il raggio verticale catturato dal sistema ottico permetta di eseguire la lettura in tutti gli oblò delle boccole in transito.

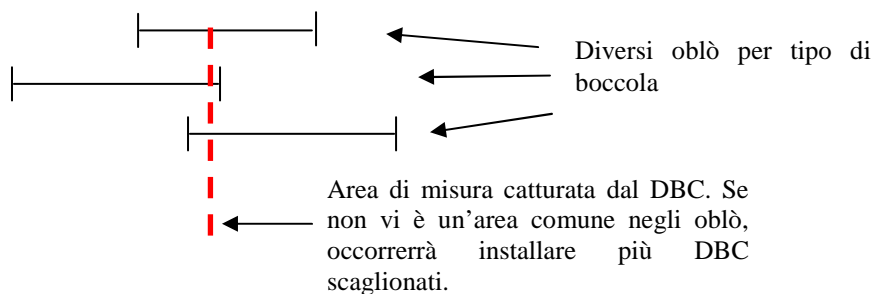


Figura 24 - Posizionamento dell'apertura per la temperatura nella parte comune degli oblò di lettura

Se, tuttavia, non è presente un oblò comune, saranno necessari più DBC sfasati per eseguire l'operazione. Il numero di DBC da installare dovrà essere definito in funzione delle caratteristiche delle boccole di tutti i treni in transito nei tunnel. A norma della Consegna 36, l'elenco dei treni ammessi sul corridoio di progetto, non può considerarsi attualmente definitivo. Pertanto, per il momento, non è possibile definire se saranno necessari uno o più DBC per rotaia. Questo studio sarà realizzato una volta stabilito l'elenco definitivo dei treni. Per ora, si prevede di installare un solo DBC su ciascun lato del binario in un'area di rilevamento.

Ciascun DBC sarà:

- collegato a un sistema elettronico di binario, situato in un armadio, ovvero la cosiddetta postazione locale,
- dotato di un captatore per il rilevamento delle ostruzioni in grado di generare un allarme tecnico verso l'unità locale dei DBC e,
- dotato di un sistema autonomo di calibrazione automatica.

Verrà predisposto un sistema di riscaldamento in ciascun captatore per evitare la formazione di condensa nel sistema ottico di misura. Inoltre, questo sistema impedirà il blocco dell'otturatore per effetto di neve o ghiaccio.

5.1.2.2 Rivelatori elettronici di ruota

Per il rilevamento delle ruote al passaggio di un treno, verrà predisposto un rivelatore magnetico. Ricevendo l'annuncio del passaggio di un treno, il sistema è in grado di prepararsi alla misura delle boccole. In funzione del posizionamento del rivelatore elettronico di ruota, il rilevamento permetterà di convalidare la presenza della boccola in linea dell'apertura del captatore sincronizzando la lettura al passaggio del treno. I due rivelatori elettronici di ruota collocati a monte e a valle del punto di misura permettono di calcolare gli assi in entrata e in uscita, nonché di convalidare il passaggio completo dei treni.

Occorrerà installare tre rivelatori elettronici di ruota per sito di installazione dei DBC.

- Due saranno posizionati su ciascun lato dei DBC, a circa 100m di distanza, al fine di informare il sistema del passaggio di un treno, e questo nei due sensi di circolazione.
- Un DBC sarà posizionato a livello dell'apertura di misura del captatore di DBC per eseguire la sincronizzazione della misura.

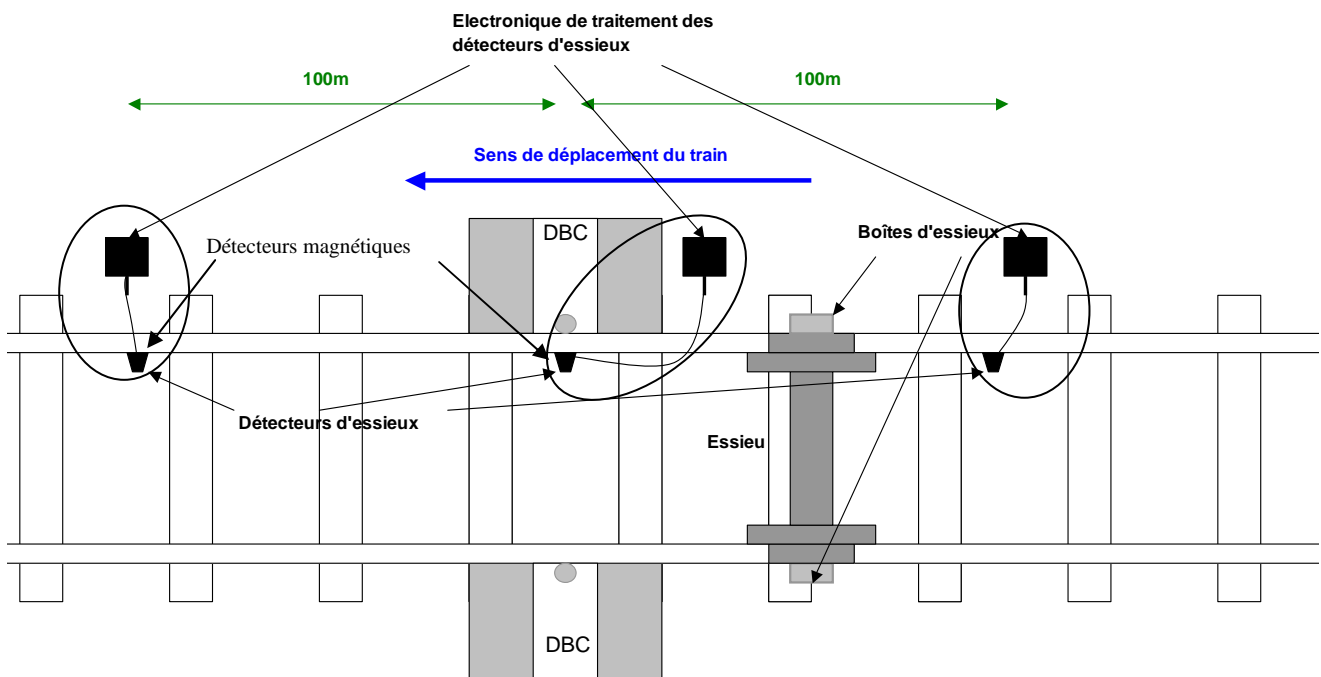


Figura 25 - Posizionamento e architettura dei rivelatori elettronici di ruota (rivelatori degli assi)

Ciascun rivelatore elettronico di ruota sarà collegato al proprio sistema elettronico di elaborazione. Il gruppo formerà un sistema che oscilla a una certa frequenza, la quale verrà trasmessa alla postazione locale.

5.1.3 Cavo di trasmissione e alimentazione elettrica

Dopo aver analizzato l'architettura dei captatori, segue una descrizione di come questi saranno collegati agli altri impianti.

I cavi di comunicazione e alimentazione installati, sia fra i captatori e le postazioni locali dei DBC, o fra queste ultime e il punto di concentrazione della rete di teletrasmissione o la partenza elettrica, dovranno essere conformi ai vincoli che si applicano ai cavi in tunnel, ovvero essere privi di materiali:

- alogeni,
- propaganti di fiamma,
- propaganti di fumi tossici.

Inoltre, dovranno essere:

- CR1/C1, se installati in tunnel in modo apparente,
- C2 negli altri casi.

I cavi dovranno essere in grado di resistere a un'esposizione permanente alle radiazioni solari, alle intemperie e ai getti d'acqua.

5.1.4 Postazione

Dopo lo studio dei rivelatori, dei cavi elettrici e delle trasmissioni, segue una descrizione dell'architettura delle postazioni locali e del sistema di supervisione.

5.1.4.1 Postazione locale

Verrà installato un armadio locale in prossimità di ciascun binario, vicino ai siti di ricezione della rilevazione delle boccole calde.

L'armadio comprenderà nello specifico un sistema elettronico di binario per l'elaborazione delle misure, il calcolo degli assi e la gestione dei captatori.

Un sistema elettronico di binario sarà sufficiente per l'elaborazione delle informazioni di 2 DBC, 3 captatori elettronici di ruota e 1 captatore di temperatura esterna.

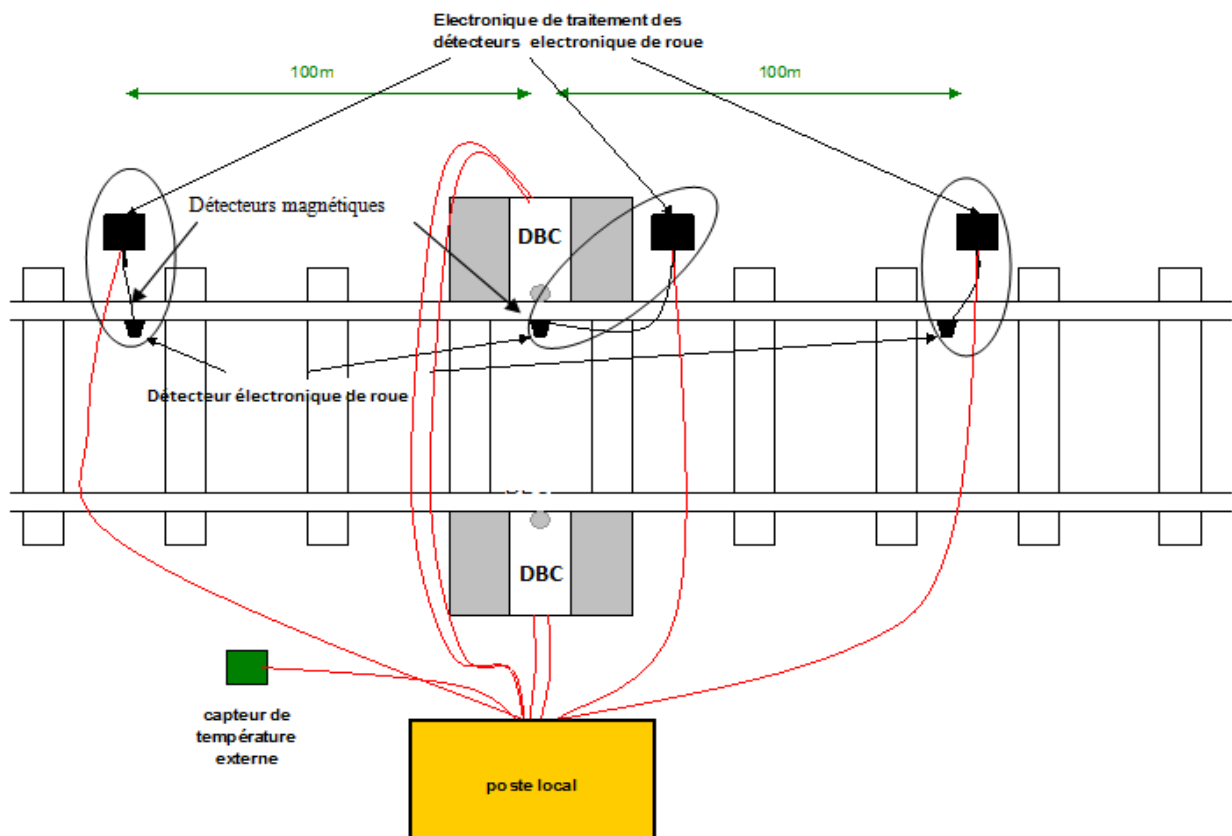


Figura 26 - Architettura generale di una postazione locale e dei relativi captatori di binario

Ciascuna postazione locale:

- dovrà fornire l'alimentazione necessaria in funzionamento dei captatori.
- sarà collegata mediante una scheda di comunicazione alla rete di teletrasmissione.

Inoltre, un connettore RS232 sarà disponibile per permettere il collegamento a un PC portatile di manutenzione.

Ci saranno in totale 5 postazioni locali (ciascuna in grado di generare 2 DBC), 3 rivelatori elettronici di ruota e 1 rilevatore di temperatura per garantire la sicurezza sul corridoio di progetto. Il sistema di supervisione gestirà 2 postazioni centrali per l'analisi dell'evoluzione del sistema, ovvero 5 postazioni locali e 2 postazioni centrali.

5.1.4.2 Postazione centrale

Per la centralizzazione delle informazioni dei captatori dei binari e la rispettiva elaborazione da parte del sistema di rilevamento delle boccole calde utilizzerà i server del sistema di supervisione. Un'altra possibile soluzione è basata su calcolatori specifici, come quelli installati sulle linee a grande velocità francese attualmente, interfacciati direttamente con il sistema di segnaletica ferroviaria. Tuttavia, questa soluzione è stata esclusa per i seguenti motivi: la soluzione basata su calcolatori specifici è una soluzione rigida, che non si adatta all'evoluzione del sistema. Quella basata sui server è invece più flessibile.

Le funzioni basate sui server previste per la gestione delle informazioni dei rivelatori di boccole calde sono identiche a quelle di un automa. Permetteranno lo stesso livello di controllo di sicurezza sulle boccole dei treni garantendo al contempo flessibilità alle evoluzioni future.

5.1.5 Interfacce

Per concludere la descrizione dell'architettura, segue la presentazione delle interfacce.

- Alimentazione elettrica

L'alimentazione elettrica dei captatori dei binari sarà garantita dalla postazione locale. L'alimentazione elettrica delle postazioni locali sarà garantita da due sorgenti, 230Vac e 400Vac (vedere le prescrizioni tecniche). L'alimentazione sarà trasmessa a 400V per permettere una distanza importante fra l'armadio di binario e la tabella di emissione dell'alimentazione elettrica.

La società responsabile degli impianti elettrici dovrà garantire la fornitura del materiale per il raccordo alla rete di alimentazione fino a ciascuna postazione locale del sistema di rilevamento delle boccole calde.

- Sistemi di scambio con il sistema di supervisione sulla rete di teletrasmissione.

Tutte le postazioni locali comunicheranno con i server di sicurezza che gestiscono il sistema di rilevamento delle boccole calde e la rete di teletrasmissione. Il protocollo di comunicazione e le interfacce saranno definiti negli studi sul PCC e sulle reti di comunicazione fermo restando che le postazioni locali dovranno essere in grado di comunicare con tutti i protocolli standard mediante una scheda di comunicazione adeguata.

La società responsabile degli impianti di comunicazione dovrà garantire la fornitura del materiale per il raccordo alla rete di teletrasmissione fino a ciascuna postazione locale del sistema di rilevamento delle boccole calde.

- Sistema di scambio con le reti in questione.

Il sistema di supervisione riceverà le informazioni di temperatura delle boccole misurate dagli ultimi rivelatori di boccole calde delle reti in questione prima del corridoio di progetto, al fine di garantire la misura dell'evoluzione delle temperature delle boccole dei treni in transito nei tunnel di base e di interconnessione.

- Genio civile

L'installazione degli impianti di rilevamento delle boccole calde sui treni dovrà essere coordinata alle operazioni di Genio civile. Le prenotazioni per i cavi, i blocchi in cemento e le traversine speciali dovranno essere disponibili prima dell'installazione in sito dei captatori e delle postazioni locali.

5.2 *Analisi funzionale*

Dopo aver descritto l'architettura, viene presentata un'analisi funzionale del sistema di rilevamento delle boccole calde allo scopo di evidenziare la ripartizione dell'intelligenza fra gli impianti a terra, le unità di elaborazione locali e il sistema di supervisione.

5.2.1 *Funzionamento del sistema*

I DBC saranno utilizzati per misurare le temperature delle boccole. Quando non eseguiranno una misura, saranno in modalità di "attesa".

Per modificare lo stato dei captatori dalla modalità di "attesa" a quella di "attivo", occorre rilevare il passaggio di un treno. Questo verrà effettuato dai rivelatori di asse.

Al passaggio del primo asse sul rivelatore a monte, i DBC della zona passeranno in modalità attiva. Durante la fase di transizione, l'otturatore del foro superiore del captatore per il rilevamento sarà rimosso automaticamente.

Un rivelatore di assi sarà presente allo stesso livello dell'apertura dei DBC per la sincronizzazione della misura di temperatura. Al passaggio del cerchione di una ruota su questo captatore, il DBC entrerà in fase di "misura" del valore di temperatura. Questo momento corrisponde precisamente all'allineamento verticale dell'oblò di lettura della boccola con l'apertura del captatore. Le due boccole di uno stesso asse saranno misurate simultaneamente.

Dopo il passaggio dell'ultimo asse del treno, i DBC torneranno in modalità di "attesa".

Tutti i segnali emessi dai captatori saranno in seguito trasmessi al sistema elettronico della rotaia situata nella postazione locale in prossimità dei binari. L'elettronica di binario archiverà e analizzerà i dati.

Quando tutti i rivelatori di assi avranno contato lo stesso numero di assi, il passaggio del treno sarà considerato come concluso.

Sui DBC, verrà realizzata una calibrazione automatica dopo il passaggio del treno, al termine della quale entreranno in modalità di standby.

Se la temperatura esterna misurata mediante il termometro collegato alla postazione locale è troppo bassa, la postazione locale azionerà il riscaldamento dei captatori del DBC. La soglia di temperatura per il riscaldamento dei captatori sarà definita dal fornitore del sistema.

Ciascuna postazione locale eseguirà l'analisi delle temperature misurate su tutto il treno generando i rispettivi allarmi. Gli allarmi e i valori delle temperature saranno quindi trasmessi al sistema di supervisione per successive analisi.

5.2.2 Esercizio del sistema

Ogni rilevamento di anomalia a livello del sistema o del materiale rotabile deve generare l'invio di un allarme al sistema di supervisione. Ci saranno quindi due categorie di allarmi:

- gli allarmi tecnici che indicano la presenza di un'anomalia e della necessità di un'operazione di manutenzione,
- gli allarmi di esercizio che indicano la presenza di una temperatura anormale di una boccola. Ci saranno due tipi di allarmi di esercizio: "anomalia" che richiede un'ispezione, e "pericolo" che richiede un intervento.

5.2.3 Impianti di terra

In questa sezione viene descritta l'intelligenza dei captatori di terra e spiegate le trasmissioni di informazioni verso l'esterno.

In generale, tutte le informazioni emesse dai captatori di DBC, rivelatori di assi e captatori di temperatura sono inviati alla postazione locale per l'elaborazione. I captatori non hanno un'intelligenza propria.

5.2.3.1 DBC

I DBC hanno le seguenti funzioni:

- misurare la temperatura delle boccole;
- modificare lo stato di apertura del captatore (otturatore in posizione aperta o chiusa) in base al comando emesso dall'elettronica di binario;
- garantire il riscaldamento del captatore per garantirne il funzionamento, anche in caso di gelo o neve;
- garantire la calibrazione automatica della misura affinché sia sempre affidabile;
- garantire il rilevamento dell'otturazione del captatore;
- garantire l'invio di informazioni verso la postazione locale.

La postazione locale trasferisce ai captatori informazioni:

- sulla misura di temperatura effettuata,
- sull'otturazione del captatore,
- sulle anomalie di funzionamento dei captatori.

5.2.3.2 Rivelatori elettronici di ruota

I rivelatori elettronici di ruota hanno la funzione di:

- rilevare il passaggio degli assi dei treni,
- garantire l'invio di informazioni verso la postazione locale.

La postazione locale trasferisce ai captatori informazioni:

sul segnale di informazione del passaggio del treno, che servono anche da allarme di anomalia sul captatore, qualora non venga trasmesso alcun segnale.

5.2.3.3 Captatori di temperatura

Il captatore di temperatura ha le seguenti funzioni:

- misurare la temperatura esterna;
- garantire l'invio delle informazioni alla postazione locale.

La postazione locale trasferisce ai captatori informazioni:

il segnale di informazione sulla temperatura esterna, che servono anche da allarme di anomalia sul captatore qualora non venga trasmesso alcun segnale.

5.2.4 Elaborazione locale

In questa sezione viene descritta l'intelligenza dei captatori di terra e le trasmissioni di informazioni verso l'esterno.

5.2.4.1 Postazione locale

La postazione locale avrà le funzioni di:

- garantire l'alimentazione dei captatori ai fini del funzionamento e servizi;
- garantire il comando dei DBC in modalità "attesa" o "attivo";
- garantire l'elaborazione dei segnali di misura e allarmi dei DBC, misura dei captatori di assi e misura dei captatori di temperatura (vedere il paragrafo di seguito sull'elaborazione delle informazioni);
- rilevare un guasto sui captatori e generare allarmi tecnici (allarme generato per i guasti dei rivelatori di assi, dei DBC e dei captatori di temperatura mediante rilevamento di assenza prolungata di un segnale emesso dai captatori);
- rilevare un guasto su uno degli elementi costitutivi della postazione locale e generare un allarme tecnico;
- permettere la regolazione dei parametri per la rilevamento delle anomalie (soglie di allarme);
- garantire la comunicazione con il sistema di supervisione e il PC di manutenzione.

La postazione locale elaborerà i segnali dei captatori in modo da:

- calcolare il numero di assi rilevati dai captatori di assi;
- confrontare i valori dei diversi captatori per convalidare il passaggio completo del treno;
- generare un allarme di calcolo se il numero di assi calcolati a monte è diverso dal numero di assi calcolati a valle;
- generare allarmi in caso di otturazione dei captatori di DBC;

- identificare il senso di marcia del treno;
- registrare i dati di temperatura di tutte le boccole del treno in transito;
- registrare i dati emessi dal captatore di temperatura;
- aggiornare i valori soglia di confronto delle temperature delle boccole in funzione, in particolare, della temperatura esterna in funzione di un algoritmo previsto a tale effetto;
- mettere a confronto i valori delle temperature misurate rispetto al valore soglia di "allarme semplice", che indica necessità di eseguire un'ispezione sul treno, rispetto al valore soglia "pericolo" che indica che il treno deve arrestarsi per intervento immediato. Qualsiasi superamento di un valore soglia genererà un allarme al sistema di supervisione.

La postazione locale trasferirà al sistema di supervisione informazioni:

- sull'identificazione della postazione locale;
- sugli allarmi tecnici, inclusa l'identificazione del captatore o della parte del sistema guasta;
- gli allarmi di esercizio, inclusa l'identificazione della postazione locale e del captatore. Gli allarmi di esercizio avranno la priorità sull'invio dei dati di temperatura delle boccole;
- gli allarmi di calcolo (se il numero di assi calcolato a monte della misura è diverso dal numero calcolato a valle della misura);
- il senso di marcia del treno;
- le informazioni sulla temperatura di ciascuna boccola, inclusa l'identificazione del captatore;
- le informazioni sulla temperatura esterna.

Tutte le informazioni emesse dalle postazioni locali (temperature delle boccole, identificazioni, allarmi, senso di marcia, ecc.) saranno archiviati nei server di sicurezza che gestiscono il sistema di rilevamento delle boccole calde.

La postazione locale e il PC di manutenzione si scambieranno informazioni:

- che permettono al terminale di manutenzione di eseguire le simulazioni di funzionamento, rilevare le anomalie ed eseguire le regolazioni dei captatori necessarie;
- sull'accesso di stato a tutti i principali componenti del sistema (captatori e componenti interni della postazione locale).

5.2.5 Sistema di supervisione

Il sistema di supervisione ha la funzione di:

- garantire l'elaborazione dei segnali emessi dalle postazioni locali e archiviati nei server di sicurezza riguardo alle temperature misurate dai captatori e gli allarmi tecnici e di esercizio (vedere il paragrafo di seguito sull'elaborazione delle informazioni);
- mettere a confronto i valori delle temperature di due postazioni di misura adiacenti per analizzare l'evoluzione della temperatura delle boccole. Se la differenza fra temperatura supera il valore soglia "evoluzione di temperatura delle boccole", viene

generato un allarme preventivo che indica la necessità di condurre un'ispezione sul treno. Al fine di garantire la continuità di monitoraggio dell'evoluzione della temperatura delle boccole, il sistema di supervisione riceverà le informazioni delle ultime postazioni locali di rilevamento delle boccole calde delle reti in questione. Tali informazioni saranno messe a confronto con le misure delle prime postazioni di misura installate sul corridoio di progetto;

- generare due livelli di allarmi di esercizio del sistema (intervento immediato e ispezione del materiale), nonché gli allarmi tecnici.
 - o Gli allarmi di esercizio avranno il grado di importanza dell'allarme, la data e l'ora del rilevamento, l'identificazione del captatore, il senso di marcia del treno, la posizione dell'asse e il lato dell'avaria. Gli allarmi di esercizio dovranno essere trattati in meno di 10 secondi.
 - o Gli allarmi tecnici, con la rispettiva data e ora di allarme, identificano il captatore o il componente guasto del sistema. Gli allarmi tecnici dovranno essere elaborati in modo che il PCC venga informato nell'immediato.
- rilevare un guasto sulle postazioni locali e generare gli allarmi tecnici (allarme generato per i guasti delle postazioni locali verrà eseguito per rilevamento di assenza prolungata di un segnale da tali postazioni);
- permettere la regolazione dei parametri per il rilevamento delle anomalie (soglie di allarme, tipo di misura e confronti, ecc.);
- garantire la comunicazione con la GTF al fine di ottenere le informazioni sul traffico di identificazione del treno;
- garantire la comunicazione con il PCC per ottenere le informazioni di configurazione delle postazioni locali dei DBC e risalire agli allarmi e alle informazioni correlate, sapendo che gli allarmi di esercizio avranno la priorità sugli allarmi tecnici;
- mettere a confronto le informazioni sugli allarmi del sistema di rilevamento delle boccole calde con le informazioni sul traffico della GTF;
- visualizzare gli allarmi al PCC in base alle conclusioni dello studio del traffico.

Le postazioni locali elaboreranno i segnali del server di archiviazione dei dati in modo da:

registrare i dati di temperatura e gli allarmi di tutte le boccole del treno transitato con l'identificativo del DBC, la data e l'ora di passaggio del treno, il senso di marcia del treno, la posizione dell'asse e il lato dell'avaria. I dati saranno archiviati in una banca dati interna che potrà contenere, in base al numero di assi per treno, i dati di oltre 200 treni.

6. Sinottico di installazione dei rivelatori, Piano dettagliato

Sulla base dei piani stabiliti dal genio civile, in questo paragrafo sono definiti i piani di installazione dei sistemi.

6.1 Sinottico di installazione

All'interno del tunnel e all'esterno, i luoghi di installazione di cui al sinottico sono il risultato dei vincoli descritti di seguito, e delle informazioni attualmente disponibili sull'organizzazione del tunnel e dei binari sul corridoio di progetto e le reti in questione.

In caso di modifiche o aggiunta di nuove informazioni prima dell'installazione del sistema, sarà necessario rivedere i siti di installazione dei captatori in funzione dei vincoli emersi nel presente documento e alle seguenti regole:

- in condizioni di normale utilizzo, i treni non dovrebbero mai, né frenare, né fermarsi nella zona di misura. Questo aspetto influisce sul sito di installazione dei captatori;
- i treni dovranno aver percorso minimo 20km senza arresto prima di varcare la zona di misura, e questo per garantire una temperatura stabilizzata boccole.
- I siti scelti saranno adeguati affinché sia possibile arrestare e controllare un treno in cui è stato rilevato il surriscaldamento delle boccole.
- Nella zona di misura, il terreno a bordo della linea deve essere idoneo al montaggio di un armadio di binario per la ricezione del rack elettronico. La zona non deve essere inondabile e deve essere possibile accedere a pochi metri dal sito con un veicolo.
- La distanza massima fra i DBC e gli armadi dei binari è di 40m massimo.
- I captatori non devono essere installati in zona di curva o di scambio.
- Il sito deve predisporre un'ingresso di energia monofase e una linea di comunicazione.

Calcolo della distanza minima fra il rilevamento delle boccole calde e un binario di arresto dei treni:

Ai fini di questo calcolo, si suppongono le stesse ipotesi del corridoio di progetto relativamente alle velocità di spostamento del materiale rotabile. La velocità max considerata sarà pertanto 220km/h.

La distanza massima di frenata dei treni è quella del TGV, ovvero **3000m** per velocità inferiori a 220km/h (vedere Consegna 43, par. 2.3.15).

All'esterno del tunnel, in base alle informazioni attualmente disponibili, ci si basa sull'ipotesi che l'inclinazione è montante delle reti in questione verso il tunnel. Questo valore di frenata non sarà pertanto accresciuto.

Nelle altre ubicazioni, in base alle specifiche della Consegna 43, verrà aggiunto l'1% alla distanza di frenata per mm/m supplementare della discesa. L'inclinazione max per la nuova linea sul corridoio di progetto è di 13mm/m.

La distanza max. di arresto dei treni è quindi di $3000 + 13\% = \mathbf{3400m}$.

Il tempo di reazione dell'intero sistema è stato stimato a 10 secondi partendo dall'ipotesi che sono sufficienti 50 secondi per attivare la frenata del treno dalla ricezione di un allarme. Si calcola pertanto che fra il rilevamento di un'anomalia e l'attivazione della frenata del treno vi è 1 minuto. A una velocità di 220km/h, questo corrisponde a una distanza percorsa di **3700m**.

La lunghezza max ammessa dei treni sul corridoio di progetto è **750m**.

I DBC dovranno quindi essere installati in esterno ad almeno $3000+3700+750 = 7450\text{m}$, arrotondato a **7500m** prima dei binari di soccorso o dei binari di incrocio dei siti di intervento per i binari provenienti dalle reti in questione.

Per i DBC in tunnel, devono essere previsti $3400+3700+750 = 7850\text{m}$, arrotondato a **7900m** prima degli scambi.

Poiché i surriscaldi delle boccole sono significativi soltanto per le distanze di percorrenza del treno superiori a 20km, abbiamo scelto di mettere in comune i siti di ricezione dei DBC in tunnel. I siti previsti consentono una distanza fra il sito di rilevamento e il luogo di arresto dei treni di oltre 10km, ovvero una distanza di minimo 7,9km superiore a quanto calcolato in precedenza.

Il sinottico generale in cui saranno installati i rivelatori di boccole calde è incluso nel piano “Sinottico di installazione dei rivelatori”.

6.2 Piano di installazione dei captatori

Figura 27 - Piano di installazione dei captore per il sistema di DBC in tunnel.

Il piano di installazione dettagliato dei rilevatori di boccole calde è fornito nei “Piani di installazione dei rivelatori in tunnel”.

7. Prescrizioni tecniche

Nel presente paragrafo, sono incluse le specifiche tecniche dei materiali da installare. Tali specifiche fanno riferimento essenzialmente a tecnologie affidabili e comprovate.

7.1 Captatori

7.1.1 DBC

- Generalità
 - o Norme da osservare
 - UIC 515 "Veicoli - Organi di scorrimento",
 - UIC 779-9 : "Sicurezza nei tunnel ferroviari",
 - Direttiva europea CEM 89/336/CEE (norma ENV50121-4):
 - Direttiva europea DBT 93/68/CEE (norma ENF EN 60950):
 - o Specifiche funzionali
 - Rilevare le temperature delle boccole in un intervallo compreso fra 20°C e 115°C.
 - Garantire una precisione di misura delle temperature superiore a 3°C per le temperature inferiori a 90°C e superiore a 5°C per le temperature comprese fra 90°C e 115°C.
 - Misura possibile di riscaldamento delle boccole di interdistanza minima di 1,5m.
 - Misura possibile delle temperature delle boccole di lunghezze d'onda infrarossi comprese fra 3,5 e 5 µm.
 - Il posizionamento dei DBC deve essere tale che la distanza di misura rispetto all'interno della rotaia deve essere regolabile a 360mm ±20mm.
- Progettazione elettrica
 - o L'alimentazione elettrica dei captatori sarà garantita dalla postazione locale.
 - o Alimentazione per l'asservimento in temperatura del captatore infrarossi: 1,5A.

- o Potenza di riscaldamento per captatore: 300W
- Progettazione meccanica
 - o I DBC dovranno poter essere contenuti in un parallelepipedo rettangolare avente le seguenti dimensioni:
 - o Altezza max: H: 200 mm
 - o Lunghezza max. L: 500mm
 - o Larghezza max: L: 300mm (larghezza max possibile rispetto ai vincoli di GC e di posa delle rotaie: 620mm. Regolazione possibile del captatore fra 340mm e 380mm rispetto all'interno della rotaia: $620-380=240=$ la metà della larghezza ammissibile del captatore se l'oblò di lettura è situato al suo centro. Tenendo il 10% di margine di sicurezza e 20mm su ciascun lato del captatore per il suo fissaggio, si ottengono 150mm di semi-larghezza del captatore, ovvero 300mm di larghezza max.).
 - o Peso max: 20kg.
 - o Tali dimensioni sono state stabilite per permettere il posizionamento dei captatori fra i binari e le canalizzazioni considerando l'installazione dei blocchi.
- Vincoli di funzionamento (temperatura / umidità)
 - o Temperatura: -40° a $+70^{\circ}\text{C}$
 - o Tasso di igrometria relativo inferiore a 90%.
 - o Insensibili alle vibrazioni.
- Diverso
 - o Garanzia
 - 3 anni minimo

7.1.2 Rivelatori elettronici di ruota

- Generalità
 - o Norme applicabili
 - Direttiva europea CEM 89/336/CEE (norma ENV50121-4):
 - Direttiva europea DBT 93/68/CEE (norma ENF EN 60950):
 - o Specifiche funzionali
 - Rilevamento in tempo reale del passaggio degli assi dei treni.
- Progettazione meccanica
 - o Dimensioni:
 - Captatore di binario: 155mm*100mm*50mm

- Scatola elettronica di elaborazione: 290mm*360mm*100mm
- Vincoli di funzionamento (temperatura / umidità)
 - o Captatore di binario:
 - Insensibile alle vibrazioni.
- Diverso
 - o Grado di protezione
 - IP 55
 - o Garanzia
 - 3 anni minimo

7.2 *Armadi*

7.2.1 *Postazione locale in interno*

- Generalità
 - o Norme applicabili
 - Direttiva europea CEM 89/336/CEE (norma ENV50121-4):
 - Direttiva europea DBT 93/68/CEE (norma ENF EN 60950):
 - o Specifiche funzionali
 - Gli armadi saranno di tipo "posa a terra", accessibili sulla faccia anteriore e posteriore mediante sportello.
 - Gli armadi saranno dotati di una scaffaliera ad altezza media per l'installazione del PC portatile di manutenzione durante le operazioni di manutenzione.
- Progettazione elettrica
 - o L'armadio garantirà la distribuzione elettrica per gli impianti che costituiscono la postazione locale (modem, sistema elettronico di binario, ecc.) e degli impianti delle linee.
 - o L'alimentazione di ogni armadio sarà realizzata a 230Vac 50Hz assistita e ininterrotta, detta anche di "sicurezza", e in 400Vac 50Hz assistita.
 - o I fabbisogni di energia sui 230Vac assistita senza interruzione per ogni armadio saranno di 500VA. Questa alimentazione servirà all'alimentazione dell'elettronica di binario, dei captatori di binario e dei modem.

- o I fabbisogni di energia sui 400Vac assistita per ciascun armadio saranno di 3000VA. Tale alimentazione servirà al riscaldamento dei captatori e alla manutenzione.
- Progettazione termica
 - o Non si prevedono fabbisogni di ventilazione o di riscaldamento se non la ventilazione naturale garantita nei locali tecnici in base all'ipotesi che le temperature nei locali saranno sempre accettabili (vedere i vincoli di funzionamento).
- Progettazione meccanica
 - o Ingombro: 800mm max di larghezza, 800mm max di profondità, 2100 mm max di altezza.
 - o Formato del rack dell'elettronica di binario: 19'' allo standard europeo.
- Vincoli di funzionamento (temperatura / umidità)
 - o Temperature: fra 5°C e 50°C.
 - o Tasso di umidità sempre inferiore a 90%
- Diverso
 - o Grado di protezione
 - IP55
 - o Garanzia
 - 3 anni minimo

7.2.2 Postazione locale all'interno

- Generalità
 - o Norme applicabili
 - Direttiva europea CEM 89/336/CEE (norma ENV50121-4):
 - Direttiva europea DBT 93/68/CEE (norma ENF EN 60950):
 - o Specifiche funzionali
 - Gli armadi saranno di tipo "posa a terra".
 - Gli armadi saranno dotati di una scaffaliera ad altezza media per l'installazione del PC portatile di manutenzione durante le operazioni di manutenzione.
- Progettazione elettrica

- o L'armadio garantirà la distribuzione elettrica per gli impianti della postazione locale (modem, elettronica di binario, ecc.) e gli impianti dei binari.
- o L'alimentazione di ciascun armadio sarà realizzata a 230Vac 50/60Hz assistita e ininterrotta, detta anche di "sicurezza", e di 400Vac 50/60Hz assistita.
- o I fabbisogni di energia sui 230Vac assistita e ininterrotta per ciascun armadio saranno di 500VA. Questa alimentazione servirà all'elettronica di binario, ai captatori di binario e ai modem.
- o I fabbisogni di energia sui 400Vac assistita per ciascun armadio saranno di 2400VA. Tale alimentazione servirà al riscaldamento dei captatori e alla manutenzione.
- Progettazione termica
 - o Sarà predisposto un sistema di riscaldamento e ventilazione nell'armadio al fine di mantenere una temperatura interna accettabile (vedere i vincoli di funzionamento).
- Progettazione meccanica
 - o Ingombro: 900 mm di larghezza, 800mm di profondità, 2100 mm di altezza.
 - o Peso: 300kg.
 - o Formato del rack dell'elettronica di binario: 19'' allo standard europeo.
- Vincoli di funzionamento (temperatura / umidità)
 - o Temperature: fra 5°C e 50°C.
 - o Tasso di umidità sempre inferiore a 90%
- Diverso
 - o Grado di protezione
 - IP54
 - o Garanzia
3 anni minimo

8. *Elementi di installazione e manutenzione*

Dopo aver descritto il sistema di rilevamento delle boccole calde in vista della progettazione, segue una descrizione dei componenti di installazione e rispettiva manutenzione.

8.1 *Installazione*

Ai fini dell'installazione, vengono descritte le operazioni e la manutenzione di ciascun sistema.

8.1.1 Descrizione

8.1.1.1 DBC

Ciascun rivelatore di boccole calde dovrà essere installato su due traversine in cemento dotate di fori di fissaggio dei captatori aventi dimensioni e ubicazioni adeguate.

Tale vincolo deriva dalla necessità di disporre i DBC su supporti metallici preadattati su tali traversine speciali.

Pertanto occorrerà sostituire i blocchi con traversine speciali prima della posa delle rotaie. A titolo informativo, questa disposizione non era stata presa in considerazione in un primo tempo per gli impianti installati per il Tunnel della Manica. Dato che i blocchi non erano piatti, è stato necessario tagliarli con una sega diamantata. Per evitare tale inconveniente, prevediamo l'attuazione di traversine speciali.

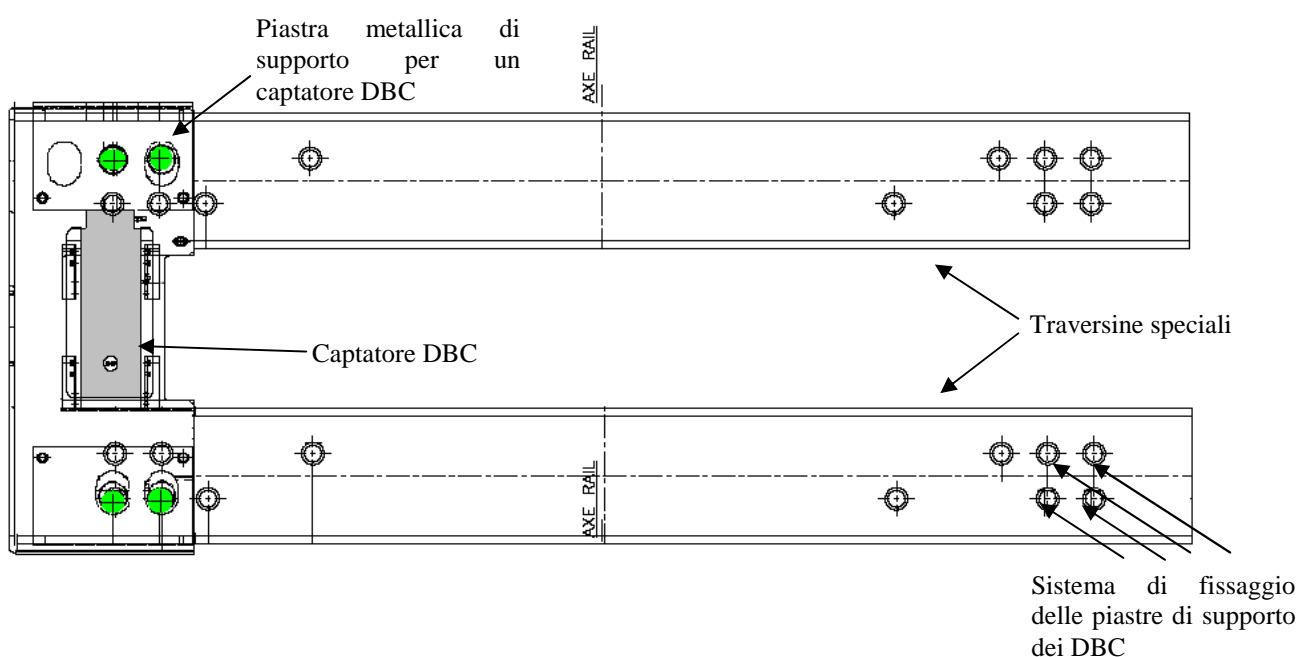


Figura 28 - Schema di posizionamento di un captatore DBC su traversine speciali con supporto metallico preadattato

Affinché la piastra di supporto metallica dei DBC possa essere installata sulle traversine, occorre che la distanza fra le traversine sia sufficiente.

I supporti metallici su cui saranno installati i captatori DBC dovranno avere dei sostegni laterali di protezione dei captatori (vedere figura 15).

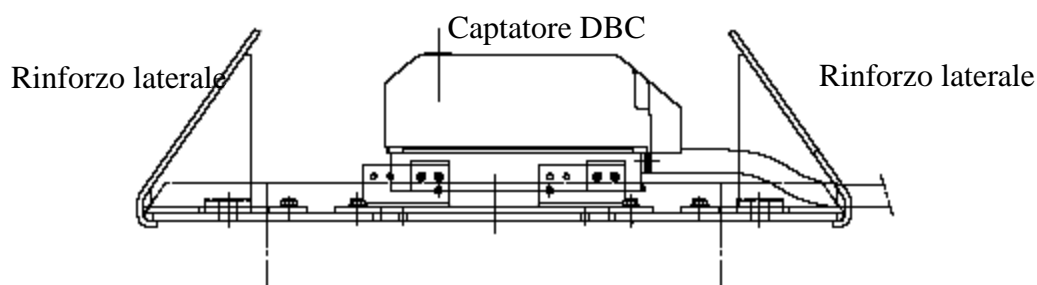


Figura 29 - Supporti metallisi con rinforzi laterali per la protezione dei captatori

Il posizionamento dei captatori delle boccole calde verrà realizzato su ogni lato delle rotaie, a livello del suolo, in verticale rispetto alle boccole, parallelamente alle rotaie.

8.1.1.2 Rivelatori elettronici di ruota

Rivelatori magnetici:

Il montaggio su binario dei rivelatori magnetici avviene mediante morsetto.

Una protezione pedale proteggerà i rivelatori dagli urti dei componenti trainanti.

Il rivelatore, montato su una squadra, sarà insensibile alle vibrazioni generate dal transito dei treni.

Le distanze fra i rivelatori elettronici di ruota provenienti dall'arrivo del treno e i DBC corrispondenti saranno in funzione della velocità dei treni: sul corridoio di progetto, le velocità dei treni sono limitate a 220km/h, i rivelatori di asse saranno installati a 100m su ciascun lato dei DBC.

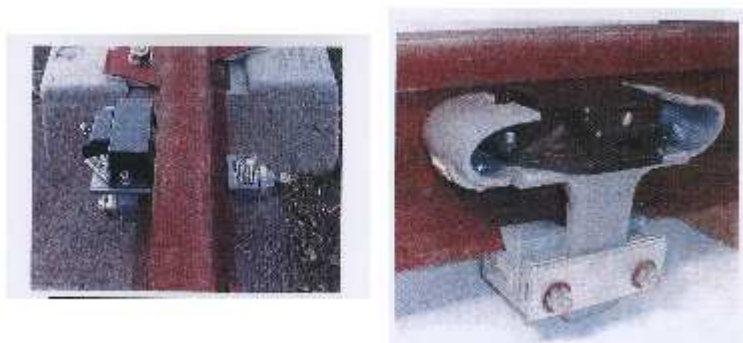


Figura 30 - Foto di installazione dei rilevatori di assi su morsetto con protezione del captatore

Elettronica di elaborazione dei rivelatori elettronici di ruota:

L'elettronica di elaborazione sarà posizionata in prossimità dei rivelatori magnetici, fissati alla parete delle canne, a livello basso per gli impianti all'interno dei tunnel, e direttamente al suolo per gli impianti in esterno.

Cavi:

I cavi utilizzati per il collegamento fra i rivelatori elettronici di ruota e l'elettronica di elaborazione dei rivelatori di asse hanno una lunghezza max di circa 6m. Tale distanza massima dovrà essere osservata all'installazione dei captatori.

I cavi utilizzati per il collegamento fra il sistema elettronico di elaborazione dei rivelatori di asse e la postazione locale corrispondente saranno installati su cunicolo o direttamente nel massiccio sotto condotta di protezione.

8.1.1.3 Captatori di temperatura

Ciascun captatore di temperatura sarà posizionato nel canna ferroviaria a livello del sito di installazione dei captatori di rilevamento delle boccole calde. Saranno fissati alla parete della canna, a livello basso.

All'esterno, questi saranno fissati in prossimità del sito di installazione dei captatori ad altezza d'uomo.

8.1.1.4 Postazione locale interno

La postazione locale sarà sita in un armadio che verrà installato in un locale tecnico sul ramo R1 o R1-2. L'armadio sarà posato a terra.

Nell'installazione della postazione locale, occorrerà verificare che la distanza fra la postazione e i captatori di binario non sia superiore alla distanza limite ammissibile di 40m relativa all'attenuazione dei segnali emessi dai captatori nei cavi. Le postazioni locali non potranno quindi essere installate a oltre 40m dal binario. Secondo gli ultimi piani di studio tecnico del Genio civile per i siti di intervento, si prevede che gli impianti di rilevamento delle boccole calde non potranno essere installati in siti di intervento aventi un'interasse di 80m.

8.1.1.5 Postazione locale esterno

La postazione locale sarà sita in un armadio che verrà installato ai bordi del binario su uno zoccolo in cemento previsto a tale effetto e con una camera di distribuzione per cavi.

Nell'installazione della postazione locale, occorrerà verificare che la distanza fra la postazione e i captatori di binario non sia superiore alla distanza limite ammissibile di 40m. Le postazioni locali non potranno quindi essere installati a oltre 40m dalla binario.

8.2 Manutenzione

Sulla base degli elementi disponibili, sono stabilite, per il sistema di rilevamento di boccole calde, le operazioni da effettuare e la loro periodicità in termini di manutenzione preventiva, correttiva ed straordinaria.

Il periodo delle operazioni di manutenzione potrà essere scalato in funzione dell'analisi del comportamento del materiale durante il primo anno di esercizio.

Data la costituzione degli impianti di binari e le loro modalità di posa, qualsiasi operazione di manutenzione delle linee (DBC, rivelatori elettronici di ruota, captatori di temperatura) e i rack elettronici delle linee sul sito sarà fatta mediante prelievo e sostituzione dell'impianto. I termini di manutenzione saranno quindi ridotti al tempo di sostituzione di un captatore e di regolazione del nuovo installato.

Nota: considerata la necessità di avere un oblò di lettura sui captatori DBC per la misura delle temperature delle boccole, tali captatori non hanno una grande tenuta stagna. Qualsiasi getto d'acqua o di liquidi realizzata per la pulizia del tunnel non dovrà essere orientata direttamente sui captatori DBC.

8.2.1 Preventiva

La manutenzione preventiva è effettuata per l'ostruzione dei captatori. Per i DBC, il sistema di calibrazione automatica serve da sistema di rilevamento di ostruzione. Quando il tasso di ostruzione è troppo elevato, viene generato un allarme che sarà trasmesso al sistema di supervisione. Le operazioni di manutenzione preventiva verranno eseguite soltanto su segnalazione dei captatori di rilevamento delle boccole calde.

Per gli altri impianti, sarà realizzata una verifica annuale in sito.

Valori stimati della frequenza delle operazioni di manutenzione necessarie:

- DBC in tunnel: 15 giorni. In seguito all'esperienza del Tunnel della Manica, la pressione in tunnel al passaggio dei treni è tale che il tasso di sporcizia impone una pulizia dei sistemi ottiche e dello specchio una o due volte al mese. Tale dato va relativizzato per tenere conto del numero limitato di captatori installati in tunnel.
- DBC in esterno: 6 mesi
- Rivelatore elettronico di ruota 12 mesi.
- Captatori di temperatura: 12 mesi.
- Postazione locale: 12 mesi.

8.2.2 Correttiva

Stima di frequenza delle operazioni di manutenzione necessarie:

- DBC : > 6 mesi
- Rivelatore elettronico di ruota: > 12 mesi
- Captatori di temperatura: > 12 mesi
- Postazione locale: > 12 mesi

8.2.3 Rinnovo o manutenzione straordinaria

Le operazioni di manutenzione straordinaria sugli impianti di binari saranno il più spesso legati al degrado del materiale per effetto del materiale rotabile. Pezzi trainanti, deragliamenti dei treni, controlli inadeguati... Risulta pertanto difficile fare una stima della frequenza di manutenzione straordinaria.

9. Bilancio di potenza

In questo paragrafo, viene esposto il bilancio di potenza del sistema.

Considerando l'architettura del rilevamento delle boccole calde in cui l'installazione dei captatori avviene sulle due binari di uno stesso sito, si ipotizza che due postazioni locali siano alimentati da uno stesso TGBT. Il bilancio di potenza sarà stabilito tenendo conto del funzionamento degli impianti delle due postazioni locali.

Tale bilancio di potenza è stato calcolato considerando che tutti gli impianti funzionano in simultaneo. Si ricorda che i captatori di binario sono alimentati dalle postazioni locali.

Designazione	Potenza unitaria (VA)	Quantità per sito	Consumo nominale (VA)
<i>Rilevamento della boccola calda</i>			
Postazione locale	2900	1	2900
Riserva	20%		580
Totale per stazione			3480
Postazione centrale*	1500	2	3000
Riserva	20%		350
Totale postazioni centrali			3350

Tabella 4 – Bilancio di potenza

* Le postazioni in entrata sono situate una a Saint Jean de Maurienne e l'altra a Susa.

Per ciascun TGBT che alimenta due postazioni locali su un sito di installazione di rilevamento di boccole calde, il fabbisogno di energia è di **3,48kVA**.

Si valuta che la totalità del sistema di rilevamento di boccole calde, con aggiunta delle due postazioni centrali, tenuto conto dei 5 siti di installazione, consumerà **20,7kVA**.

10. *Allegati*

Caractéristiques des détecteurs de boîtes chaudes / Relazione Tecnica Caratteristiche dei rivelatori di Boccole Calde

10.1 Allegato 1

Designazione	IP mini	IK mini	CONDIZIONI AMBIENTALI																	UTILIZZO				
			AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	BA	BB	BC	BD	BE	
<i>Siti tecnici</i>																								
- LT su rami e siti di intervento	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT pompaggio	54	07	5			4	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT in tunnel (AT)	55	07	5		1	1	4	2	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT in esterno	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	1	2			4		3	1	1
<i>Tunnel</i>																								
- Canne ferroviari	55	09	5		1	5	4	2	3	3		1	1	6	1	1	1			1		3	2	1
- Rami, siti di intervento e sala di accoglienza	55	09	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			3		3	2	1
Discenderie	55	09	5		1	5	4	2	3	1		1	1	1	1	1	1			1		2	2	1
Esterno	54	09	7		1	4	4	1	3*	2		1	1	6	2	1	2			1		3	1	1
PCC	43	07	5		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2			1		2	1	1

Tabella 5 – Condizioni ambientali

* : per gli impianti posti fra 0 e 2 m dal suolo

10.2 Allegato 2

CODCIE	DESIGNAZIONE	CLASSE INFLUENZA ESTERNA	CARATTERISTICHE
AA	Temperatura ambiente	1	-60° + 5°
		2	-40° + 5°
		3	-25° + 5°
		4	- 5° + 40°
		5	+ 5° + 40°
		6	+ 5° + 60°
AB	Umidità *		
AC	Altitudine (m)	1	≤2000
		2	>2000
AD	Presenza di acqua	1	Trascurabile
		2	Caduta di gocce d'acqua
		3	Nebulizzazione d'acqua
		4	Proiezione d'acqua
		5	Getti d'acqua
		6	Pacchetti d'acqua
		7	Immersione
		8	Summersione
AE	Préesenza di corpi solidi estranei	1	Trascurabile
		2	Piccoli oggetti (2,5 mm)
		3	Piccolissimi oggetti
		4	(1mm) Polveri
AF	Presenza di sostanze corrosive o inquinanti	1	Trascurabile
		2	Agenti atmosferici
		3	Intermittente
		4	accidentale o Permanente
AG	Vincoli meccanici, urti	1	Deboli
		2	Medi
		3	Forti
AH	Vibrazioni	1	Deboli
		2	Medie
		3	Forti
AJ	Altra pressione meccanica *		
AK	Flora	1	Trascurabile
		2	Rischio
AL	Fauna	1	Trascurabile
		2	Rischio
AM	Influenze elettromagnetiche	1	Trascurabili
		2	Correnti vaganti
		3	Elettromagnetiche
		4	Ionizzanti
		5	Elettostatiche
		6	Induzione
AN	Sole	1	Trascurabile
		2	Significativo
AP	Sismico	1	Trascurabile
		2	Debole
		3	Medio
		4	Forte
AQ	Fulmini	1	Trascurabile
		2	Indiretti
AR	Vento *		

BA	Competenza	1	Ordinari
		2	Bambini
		3	Disabili
		4	Abili
		5	Qualificati
BB	Resistenza *		
BC	Contatto con il potenziale della terra	1	Assenti
		2	Deboli
		3	Frequenti
		4	Continui
BD	Evacuazione	1	Normale
		2	Difficile
		3	Ingombrato
		4	Lungo e ingombro
BE	Materie	1	Rischi trascurabili
		2	Rischi di incendio
		3	Rischi di esplosione
		4	Rischi di contaminazione
CA	Materiali	1	Non combustibile
		2	Combustibili
CB	Struttura	1	Rischio trascurabile
		2	Propagazione di incendio
		3	Movimenti
		4	Flessibile

Tabella 6 – Influenze esterne

L'IP corrisponde al grado di protezione target per i materiali elettrici (norma EN 60529).

L'IP corrisponde al grado di protezione target contro gli impatti meccanici esterni (norma EN 62262).

In base alle varie designazioni, abbiamo redatto la seguente tabella per la definizione dei fattori d'influenza esterni.