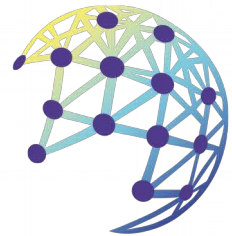


# GUIDE TECHNIQUE



**STRMTG**

SERVICE TECHNIQUE DES REMONTÉES MÉCANIQUES ET DES TRANSPORTS GUIDÉS

## CHEMINS DE FER TOURISTIQUES

### SÉCURITÉ D'EXPLOITATION DES LOCOMOTIVES À VAPEUR

Version du 10 juillet 2017



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE  
CHARGÉ DES  
TRANSPORTS

## Objet – Domaine d'application – Destinataires

Le présent guide technique explicite les bonnes pratiques en matière d'exploitation « vapeur » des Chemins de Fer Touristiques (CFT) et les formalise tout en respectant les particularités liées à chaque réseau concernant le matériel roulant, l'écartement, les conditions d'exploitation, etc.

Dans ce cadre, il recense, de façon non exhaustive, des points clés de la sécurité d'exploitation des machines à vapeur des chemins de fer touristiques exprimés sous la forme de :

- **recommandations (Recom)** : Préconisation d'ordre général, quel que soit le type de système, à enjeu de sécurité majeur.
- **bonnes pratiques (BP)** : Action utile, relevée sur certaines exploitations méritant d'être mentionnée comme étant de nature à améliorer la sécurité, voire à prévenir les risques d'accidents.



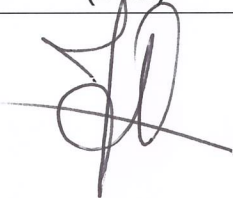

Il est destiné à l'ensemble des acteurs du secteur des chemins de fer touristiques: exploitants, détenteurs d'infrastructures, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, Organismes Qualifiés Agréés ou Accrédités (OQA), constructeurs de matériels roulants.

Les dispositions du présent guide visent à proposer des solutions techniques qui ne présentent pas de caractère réglementaire mais dont le respect permet cependant de présumer de la conformité aux exigences réglementaires et/ou l'atteinte d'un niveau de sécurité jugé satisfaisant. A défaut, une justification devra être apportée.

Les dispositions du présent guide ne préjugent en rien du respect des réglementations autres que celles liées à la sécurité du système ou de l'installation considérée.

## Historique des mises à jour

N° de version	Date	Nature de la version
1	10/07/2017	Création

REDACTEUR	VERIFICATEURS		APPROBATEUR
Thierry MENUISIER  Chargé d'affaires division métros et chemins de fer locaux (DML)	Stéphane CONTARDO  Chef du Pôle Mécanique, Génie civil et Câbles à la division Etudes et Expertise	Jérôme CHARLES  Responsable de la division métros et chemins de fer locaux (DML)	Daniel PFEIFFER  Directeur du STRMTG
			



Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports guidés  
(STRMTG)  
1461 rue de la piscine  
38400 St Martin d'Hères  
tél. : 33 (0)4 76 63 78 78  
mèl. [strmtg@developpement-durable.gouv.fr](mailto:strmtg@developpement-durable.gouv.fr)  
[www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr](http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr)

## Sommaire

<b>1 - Inventaire des locomotives à vapeur.....</b>	<b>5</b>
<b>2 - Histoire et passion autour de la vapeur.....</b>	<b>5</b>
<b>3 - Rappels réglementaires.....</b>	<b>5</b>
3.1 - Les chaudières de locomotives à vapeur.....	5
3.2 - Circulations hors Réseau Ferré National (et sur le RFN fermé au trafic commercial).....	6
3.3 - Obligations au titre des monuments historiques.....	6
<b>4 - Définitions générales des principaux constituants des locomotives à vapeur.....</b>	<b>8</b>
4.1 - Chaudière.....	8
4.2 - Les accessoires de la chaudière et périphériques.....	13
4.3 - Châssis, caisses à eau et réserve à charbon.....	15
4.4 - Les organes de roulement et la cinématique.....	16
4.5 - Tender.....	18
4.6 - Frein.....	18
4.7 - Dispositifs auxiliaires.....	19
<b>5 - Risques potentiels liés à l'exploitation vapeur.....</b>	<b>19</b>
5.1 - Explosion.....	19
5.2 - Fuites d'eau chaude ou de vapeur.....	20
5.3 - Les départs de feu aux abords de la voie.....	21
5.4 - Les jets de vapeur vers un quai.....	21
5.5 - Rupture du mouvement.....	21
<b>6 - Exploitation de la locomotive à vapeur.....</b>	<b>22</b>
6.1 - Généralités.....	22
6.2 - Poste de conduite.....	22
6.3 - Préparation avant le départ d'une circulation vapeur.....	23
6.4 - Rôle du personnel à bord de la locomotive.....	29
6.5 - Vérifications et mesures à prendre avant le départ.....	31
6.6 - Mesures pendant la marche du train en mode nominal.....	31
6.7 - Mesures à l'arrivée.....	37
6.8 - Gestion des situations dégradées pendant la marche.....	38
<b>7 - Entretien courant / dépannage / maintenance.....</b>	<b>40</b>
7.1 - Généralités.....	40
7.2 - Entretien courant / dépannage.....	40
7.3 - Maintenance / réparations lourdes.....	41
7.4 - Durée de vie / programmation.....	42
7.5 - Remisage fin de saison (hivernage) ou arrêt de longue durée.....	43
7.6 - Production propre et externalisation.....	44
<b>8 - Formation et habilitation des personnels de conduite.....</b>	<b>44</b>
<b>9 - Gestion du retour d'expérience des incidents d'exploitation.....</b>	<b>45</b>
<b>10 - Bien démarrer une nouvelle exploitation vapeur.....</b>	<b>45</b>
10.1 - L'acquisition.....	45
10.2 - Aménagements et équipement.....	46
10.3 - Le personnel et la formation du personnel.....	47
<b>11 - Thermodynamique.....</b>	<b>48</b>
11.1 - Les différents états de l'eau.....	48

11.2 - Conséquence du changement d'état.....	48
11.3 - La vapeur.....	49
<b>12 - Références documentaires.....</b>	<b>50</b>
12.1 - Pour l'élaboration du guide.....	50
12.2 - Pour les exploitants de locomotives à vapeur.....	50
<b>13 - Récapitulatif des recommandations et des bonnes pratiques.....</b>	<b>51</b>
13.1 - Recommandations :.....	51
13.2 - Bonnes pratiques :.....	52
<b>14 - Origine des schémas et photos.....</b>	<b>57</b>
<b>15 - Annexe : documents recensés.....</b>	<b>58</b>
15.1 - Entretien journalier de la locomotive à vapeur.....	58
15.2 - Liste de contrôle pour remise en service annuelle.....	59
15.3 - Liste de contrôle pour remise en service annuelle (explication).....	60
15.4 - Hivernage des locomotives à vapeur.....	63
15.5 - Liste des contrôles pour préparation à l'inspection de chaudière.....	64
15.6 - Formation de chauffeur.....	65
<b>Annexe - Élaboration du guide.....</b>	<b>66</b>

## 1 - Inventaire des locomotives à vapeur

L'inventaire des locomotives à vapeur recensées sur le territoire français est consultable sur le site du STRMTG à l'adresse suivante :

<http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/les-chemins-de-fer-touristiques-r21.html>

Toute demande de mise à jour de l'inventaire doit être adressée par messagerie au STRMTG qui pourra effectuer les corrections, après vérification. La modification de l'inventaire se fera périodiquement en fonction du nombre de demandes.

## 2 - Histoire et passion autour de la vapeur

La première locomotive à vapeur a été construite en 1804, mais c'est en 1827 que l'ingénieur français Marc SEGUIN met au point la chaudière tubulaire qui permet de décupler la puissance des machines. La dernière locomotive à vapeur a été construite en France en 1953 et la SNCF a arrêté l'exploitation vapeur en 1972.

Les locomotives sont généralement munies d'une plaque d'identification.

exemple :



La locomotive à vapeur est le symbole de la révolution industrielle. Elle fédère autour d'elle de véritables passionnés épris de leurs machines tant pour leur préservation que pour leur remise en état de fonctionnement, et suscite l'engouement d'un large public admiratif de ce patrimoine vivant.

## 3 - Rappels réglementaires

### 3.1 - Les chaudières de locomotives à vapeur

Les règles d'exploitation et de contrôle en service des générateurs de vapeur sont définies par l'arrêté ministériel (AM) du 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression.

Concernant les chemins de fer touristiques, les générateurs de vapeur avec pression de service (PS) > 0,5 bar et volume (V) > 25 l sont soumis aux dispositions de l'arrêté susvisé.

Les principales dispositions sont les suivantes :

- Déclaration de mise en service : l'exploitant doit déclarer en préfecture, en pratique à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), les générateurs de vapeur si PS > 32 bar, ou si V > 2 400 l ou si le produit PS.V > 6 000bar.l. L'AM du 13 janvier 2015, modifiant l'AM du 15 mars 2000 précise que cette déclaration s'effectue désormais par l'intermédiaire du téléservice <https://lune.application.developpement-durable.gouv.fr>
- Contrôle de mise en service : ce contrôle doit être effectué par un organisme habilité. Il porte notamment sur :
  - la présence des marques d'identité réglementaire et leur cohérence avec le dossier ;
  - la présence des accessoires de sécurité et de régulation ;
  - l'existence d'une liste du personnel qualifié chargé de l'exploitation.

Ce contrôle donne lieu à la délivrance d'une attestation à conserver au dossier de suivi de la locomotive et au poinçonnage de l'équipement.

- Inspections périodiques : les équipements sous pression sont soumis à une obligation de contrôle périodique. Pour les générateurs de vapeur, la périodicité est de 18 mois. « L'inspection périodique est réalisée sous la responsabilité de l'exploitant, par une personne compétente désignée à cet effet, apte à reconnaître les défauts susceptibles d'être rencontrés et à en apprécier la gravité » cf Art 10.
- Requalifications périodiques : les équipements sous pression sont soumis à une obligation de requalification périodique, effectuée par un expert d'un organisme habilité. La requalification périodique porte à la fois sur l'équipement sous pression, les accessoires de sécurité et les accessoires sous pression qui lui sont associés. L'intervalle entre deux requalifications ne doit pas excéder 10 ans pour les générateurs de vapeur.

### 3.2 - Circulations hors Réseau Ferré National (et sur le RFN fermé au trafic commercial)

L'autorisation d'exploitation et le contrôle de la sécurité des chemins de fer touristiques ou historiques, situés en dehors du réseau ferré national, relèvent de l'autorité des préfets de département.

La réglementation applicable peut être consultée sur le site Internet du STRMTG à l'adresse suivante :

<http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/les-chemins-de-fer-touristiques-r21.html>

A noter que l'introduction de la vapeur sur une exploitation de CFT est susceptible d'être considérée comme une modification substantielle.

### 3.3 - Obligations au titre des monuments historiques

#### 3.3.1 - Conservation-restauration

Les travaux autorisés sur les objets classés s'exécutent sous le **contrôle scientifique et technique** de la DRAC-conservation régionale des monuments historiques (article L 622-7 du code du patrimoine).

*La partie réglementaire du code du patrimoine précise les modalités de travaux sur un objet classé (articles R 622-11 à 622-17) ou sur un objet inscrit (article R 622-39), le contrôle scientifique et technique des services de l'État (R 622-18 à 622-25), les conditions de l'assistance à maîtrise d'ouvrage à titre gratuit au bénéfice du propriétaire ou à l'affectataire (R 622-46 à 52).*

Cette autorisation est **indépendante de l'éventuelle subvention** qui pourrait être accordée si le propriétaire d'objet classé en fait la demande.

*Les conditions de l'octroi des subventions sont précisées par les articles R 622-53 à 55 du code du patrimoine.*

Les propriétaires d'objets inscrits doivent informer deux mois à l'avance l'administration de leurs projets de modification, réparation ou restauration (L 622-21).

La **modification**, la **réparation** ou la **restauration** d'un objet classé ne peut être effectuée sans une **autorisation de travaux** délivrée par la direction régionale des affaires culturelles compétente (article L 622-7) sur la base du **formulaire CERFA** n° 13589\*01 – Voir l'arrêté du 29 novembre 2007 relatif aux modèles de demandes d'autorisations de travaux sur les monuments historiques et à l'enregistrement des demandes d'autorisations de travaux et des déclarations préalables.

### 3.3.2 - Présentation, récolement et cession

L'article L 622-26 prévoit qu'en cas de **mutation de propriété** d'un objet mobilier classé ou inscrit, le propriétaire ou l'affectataire domanial transmet les études et les documents afférents aux travaux de conservation ou de restauration réalisés sur cet objet au nouveau propriétaire ou au nouvel affectataire domanial.

Le propriétaire ou détenteur d'un objet mobilier classé est tenu, lorsqu'il en est requis, de le **présenter aux agents accrédités** par le ministère chargé de la culture (article L 622-8).

**Le propriétaire d'un objet mobilier classé est tenu de faire connaître l'existence de la mesure de protection** à l'acquéreur au moment de la vente en même temps que **la transaction doit être signalée** au ministère de la culture (articles L 622-15, L 622-16).

*Article R 622-29: «Toute aliénation d'un objet mobilier classé est notifiée, dans les quinze jours de sa date, au préfet de région par celui qui l'a consentie. La notification mentionne le nom et le domicile du nouveau propriétaire ainsi que la date de l'aliénation»*

**Le propriétaire d'un objet mobilier inscrit est tenu d'informer deux mois à l'avance l'administration de l'intention de cession à titre gratuit ou onéreux** (article L 622-21).

*Article R 622-44 «Toute aliénation d'un objet mobilier inscrit est notifiée, dans les quinze jours de sa date, au préfet par celui qui l'a consentie. La notification mentionne le nom et le domicile du nouveau propriétaire ainsi que la date de l'aliénation ».*

### 3.3.3 - Déplacement et exportation

**Le déplacement** des objets classés et inscrits (même sans changement de propriétaire) pour un prêt ou une exposition doit faire l'objet d'une déclaration préalable à l'autorité administrative (article L 622-8). L'opération de déplacement peut recevoir l'assistance technique des services de l'État chargés des monuments historiques (article L 622-28).

*Article R 622-57: «Le propriétaire, l'affectataire ou le dépositaire d'un objet mobilier classé ou inscrit au titre des monuments historiques qui a l'intention de déplacer cet objet d'un lieu dans un autre est tenu d'en informer deux mois à l'avance le préfet de département. La déclaration indique les conditions du transport, les conditions de conservation et de sécurité dans le nouvel immeuble où l'objet sera déposé ainsi que le nom et le domicile du propriétaire, affectataire ou occupant de cet immeuble.*

*Ce délai est porté à quatre mois lorsque la déclaration est formulée par le propriétaire à l'occasion d'une demande de prêt pour une exposition temporaire.*

*Si les conditions du transport ou de conservation et de sécurité sur place ne sont pas satisfaisantes pour la préservation de l'objet classé au titre des monuments historiques, le préfet de région prescrit les travaux conservatoires préalables au transport de l'objet ainsi que les conditions particulières de son transport et de sa présentation.*

*S'il s'agit d'un objet inscrit au titre des monuments historiques, le préfet de département prescrit les mesures prévues au précédent alinéa dans les mêmes conditions.»*

**L'exportation définitive** des objets classés hors du territoire national est **interdite** (article L 622-18). Toutefois, une autorisation de sortie temporaire du territoire national peut être délivrée par le Ministère de la Culture dans un certain nombre de cas énumérés limitativement par l'article L 111-7.







## 4 - Définitions générales des principaux constituants des locomotives à vapeur

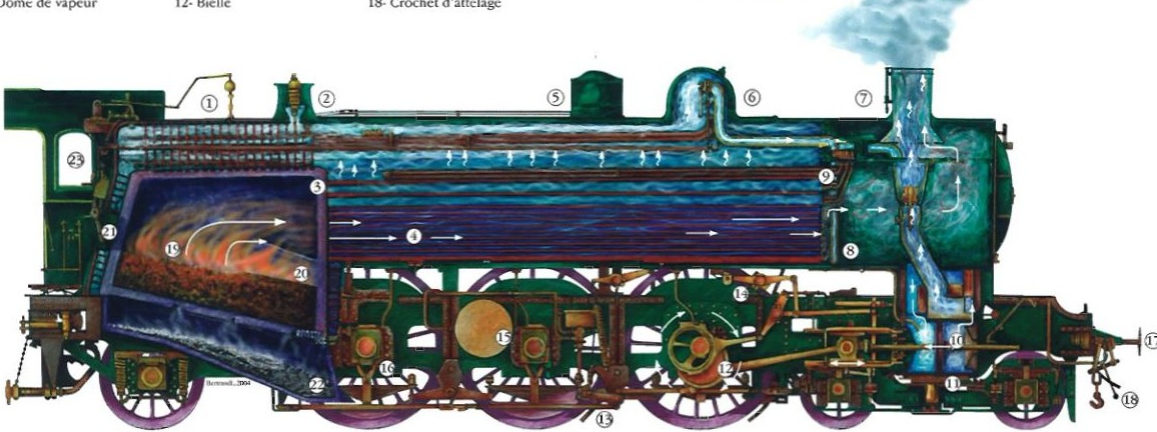
Le présent chapitre a pour finalité de décrire de manière non exhaustive les principaux constituants des locomotives à vapeur à travers des schémas et de commenter pour certains leurs caractéristiques techniques.

Schéma n°1

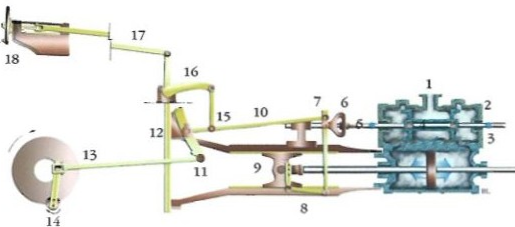
### FONCTIONNEMENT D'UNE LOCOMOTIVE À VAPEUR

- |                         |                         |                              |                        |  |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|--|
| 1- Sifflet              | 7- Cheminée             | 13- Tuyau sablière           | 19- Foyer              |  Feu    |
| 2- Soupape de sûreté    | 8- Plaque tubulaire av. | 14- Distribution             | 20- Voûte réfractaire  |  Fumée  |
| 3- Plaque tubulaire ar. | 9- Élément surchauffeur | 15- Réservoir d'air comprimé | 21- Porte de foyer     |  Eau    |
| 4- Tubes à fumée        | 10- Cylindre            | 16- Ressorts de suspension   | 22- Cendrier           |  Vapeur |
| 5- Sablières            | 11- Piston              | 17- Tampons                  | 23- Cabine de conduite |  |
| 6- Dôme de vapeur       | 12- Bielle              | 18- Crochet d'attelage       |                        |  |

Au Train à Vapeur des Cévennes une locomotive consomme en moyenne 10 kg de charbon et 100 litres d'eau pour parcourir 1 kilomètre

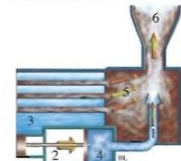


### MÉCANISME DISTRIBUTEUR



- 1- Boîte à vapeur
- 2- Plateau de boîte à vapeur
- 3- Logement de garniture
- 4- Piston distributeur
- 5- Tige de tiroir
- 6- Guide de tige de tiroir
- 7- Pendule ou levier d'avance
- 8- Bielle de cmde du pendule
- 9- Levier de cmde du pendule
- 10- Bielle de cmde du tiroir
- 11- Coulisse
- 12- Support de coulisse
- 13- Bielle de cmde de coulisse
- 14- Contre manivelle
- 15- Bielle de relevage
- 16- Arbre de relevage
- 17- Barre de relevage
- 18- Bâti de changement de marche

### L'ÉCHAPPEMENT



- 1- Tuyère d'échappement
- 2- Piston
- 3- Chaudière remplie d'eau
- 4- Vapeur
- 5- Fumée de la chaudière venant du foyer
- 6- Cheminée

### LE CYLINDRE

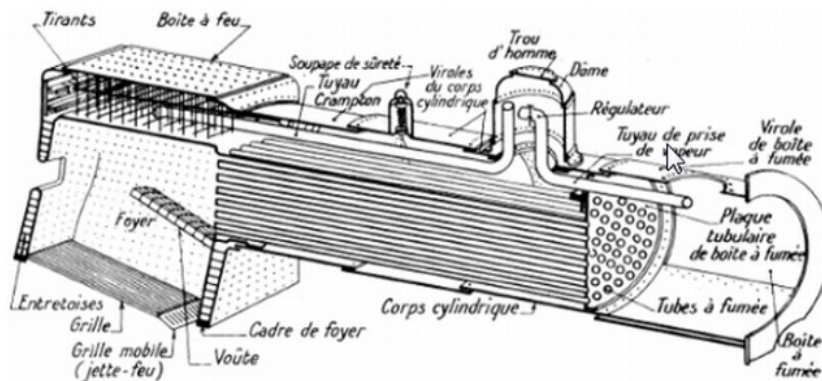


- 1- Admission de la vapeur
- 2- Sortie de la vapeur
- 3- Mouvement du piston
- 4- Soupape

Source : Train à vapeur des Cévennes

## 4.1 - Chaudière

Schéma n°2



Le "timbre" est la valeur maximale de pression autorisée pour une chaudière également appelé pression de service PS.

Cette valeur de timbre est retranscrite sur une plaque signalétique inamovible, apposée sur la chaudière, comportant les marques d'identité réglementaire. Ces indications doivent être en cohérence avec le dossier associé.

L'organisme vérificateur agréé par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) est chargé, outre tous les contrôles spécifiques, de vérifier la cohérence entre le dossier et la chaudière, cf § 3.1.

### 4.1.1 - Le foyer

Le foyer est la cavité où brûle le combustible, en général du charbon. En bas du foyer se trouve une grille qui permet aux cendres de tomber dans le cendrier placé en dessous. Les parois latérales et le dessus du foyer sont entourés d'une enveloppe remplie d'eau. Dans le fond du foyer se trouve une plaque percée d'orifices dans lesquels sont fixés des tubes par où s'évacuent les fumées.

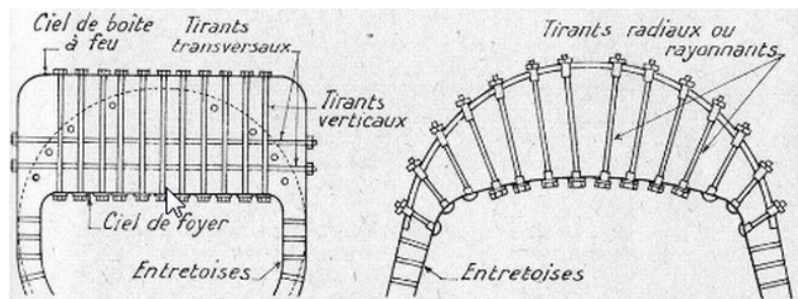
Les foyers peuvent être en cuivre ou en acier, matériaux qui présentent des avantages et inconvénients partiellement retranscrits dans le tableau ci-après.

	Avantages	inconvénients
<b>Cuivre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance à l'action du feu et aux actions chimiques</li> <li>- bonne conductibilité</li> <li>- se travaille facilement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûteux</li> <li>- Résistance et élasticité diminuant rapidement avec la température</li> <li>- Réparations par du personnel spécialisé et outillage approprié</li> <li>- Sensible aux variations de température</li> </ul>
<b>Acier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleur marché</li> <li>- Résistance aux efforts d'extension</li> <li>- Plus résistant que le cuivre</li> <li>- Réparations plus aisées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement inférieur au cuivre</li> </ul>

### 4.1.2 - La boîte à feu

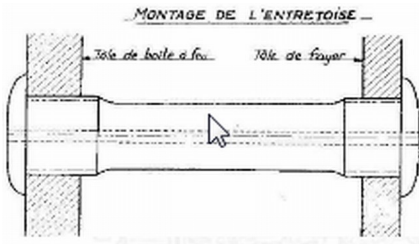
Schéma n°3

Le foyer est monté à l'intérieur d'une caisse en tôle appelée « boîte à feu » (schéma 3). Le foyer et la boîte à feu sont assemblés sur le cadre du foyer et sont reliés entre eux par des tirants pour le ciel de foyer et des entretoises pour les parois latérales.



Les tirants du ciel de foyer servent à maintenir l'indéformabilité de la boîte à feu. Ils sont vissés ou soudés dans les tôles et peuvent être munis d'écrous. Les têtes peuvent être matées comme celles des entretoises.

Schéma n°4



Les entretoises jouent pour les parois verticales (flancs et plaques avant et arrière) le même rôle que les tirants pour le ciel. Elles sont vissées ou soudées dans les deux tôles qu'elles relient, puis une tête est formée à chaque extrémité. Elles sont percées en leur milieu sur toute la longueur pour en déceler la rupture puis refermées côté extérieur de sorte que l'eau s'échappe vers le foyer en cas de rupture, pour en faciliter la détection. Une fuite amène un dépôt de tartre sur la tôle du foyer que l'on remarque lors de son inspection au dépôt. Les trous côté foyer s'obstruent facilement (cf. § 6.3.2).

L'eau recouvre le ciel et les parois latérales du foyer.

### 4.1.3 - Les plaques tubulaires et le faisceau tubulaire

Les plaques tubulaires, arrière côté foyer (cf. photo n° 5) et avant, côté boîte à fumée (photo n° 6), sont percées de nombreux orifices dans lesquels sont fixés les tubes à fumée où circulent les gaz chauds évacués.

Les tubes à fumée sont fixés sur les plaques tubulaires par mandrinage ou dudgeonnage<sup>1</sup>.

Les tubes peuvent être rétreints<sup>2</sup> côté foyer et évasés côté boîte à fumée.

Leur remplacement s'effectue côté boîte à fumée. L'eau de la chaudière circule entre les tubes et vient au contact de la plaque tubulaire arrière, côté foyer, et de la plaque tubulaire avant, côté boîte à fumée.

Certaines locomotives sont équipées de surchauffeurs. Il s'agit de faire circuler la vapeur saturée dans des tubes de surchauffe ou surchauffeur, par un ensemble de tubes, installés dans le faisceau tubulaire de la chaudière. Ces tubes sont insérés à l'intérieur de tubes à fumée de plus grand diamètre, en partie supérieure (cf. photo n° 5), ils rejoignent un collecteur situé dans la boîte à fumée (cf. photo n°6 et schéma n° 10). Suivant le cas ils sont placés avant ou après le régulateur.

La surchauffe améliore le rendement car le fluide obtenu est à plus haute température et, étant plus sec, la condensation dans les conduites et les cylindres est moindre (cf § 11.3.1).

Photo n°5



Photo n°6



1 **Mandrinage ou dudgeonnage** : Le principe de dudgeonnage d'un tube dans une plaque à tubes est de créer une expansion radiale du tube par mandrinage, ou par pression hydraulique entraînant une déformation plastique du tube. Il convient de remarquer que si les caractéristiques des matériaux en contact sont trop voisines, l'assemblage ne sera pas de bonne qualité. Effectivement, dans un tel cas le tube expansé dans la plaque à tube atteint sa limite élastique approximativement pour la même déformation relative que la plaque à tube elle-même. Ainsi, la plaque à tube ne peut être écrasée avant que le tube lui-même ne le soit.

2 **Rétreint** : Métal plastiquement déformable ayant subi un formage à froid.

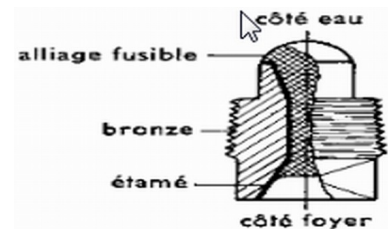
### 4.1.4 - La voûte

Installée principalement dans les grands foyers, à mi-hauteur côté plaque tubulaire, elle est constituée de briques ou béton réfractaires. Elle empêche les flammes de passer directement dans les tubes, limite l'entraînement des particules de charbon et sert de réserve calorifique, ce qui limite les variations brutales de température (cf. photo n°5).

### 4.1.5 - Les bouchons fusibles

Vissés dans un taraudage au niveau du ciel de foyer, ces bouchons sont percés puis remplis d'un alliage de plomb et d'étain. Si le niveau d'eau, qui recouvre le ciel de foyer, vient à baisser anormalement, la température du métal va augmenter et cet alliage (fusible) sera le premier à fondre, ce qui libérera le trou du bouchon d'où pourront s'échapper l'eau et la vapeur en pression, vers le foyer et ainsi éteindre le feu.

Schéma n°7

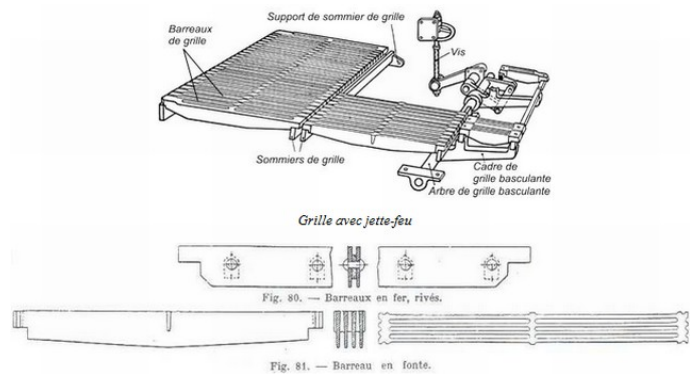


### 4.1.6 - Les grilles de foyer

Elles sont constituées de barreaux, amincis vers le bas qui reposent sur des sommiers en acier. Au fond du plan de grilles, à l'avant du foyer, on peut trouver la grille mobile qui sert à jeter le feu en cas d'incident.

L'intervalle entre les barreaux est déterminé pour une combustion optimale, (laisser passer l'air, faire tomber les cendres tout en retenant les morceaux de charbon imbrûlés).

Schéma n°8

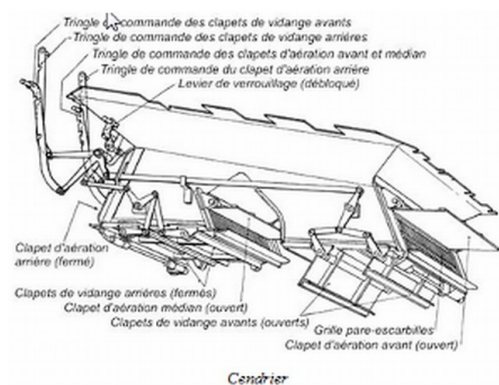


### 4.1.7 - Le cendrier

Il a pour rôle de récupérer les cendres de la combustion et d'éviter que des braises incandescentes ne tombent sur la voie risquant de provoquer un départ de feu sur le travelage bois.

Il peut être équipé d'ouvertures, obstruées par des panneaux mobiles autour d'une charnière horizontale, permettant au chauffeur de régler l'arrivée d'air au foyer.

Schéma n°9



### 4.1.8 - La porte du foyer (gueulard)

Située dans la cabine de conduite, la porte du foyer ferme le gueulard par lequel le chauffeur alimente le feu en combustible (charbon, bois).

### 4.1.9 - Le corps cylindrique

Le corps cylindrique de la chaudière est formé de plusieurs éléments en acier appelés « viroles », assemblées par rivetage ou soudage. Pour produire une grande quantité de vapeur, il faut mettre en contact une grande quantité d'eau (présente dans le corps cylindrique) avec des gaz très chauds (circulant dans les tubes).

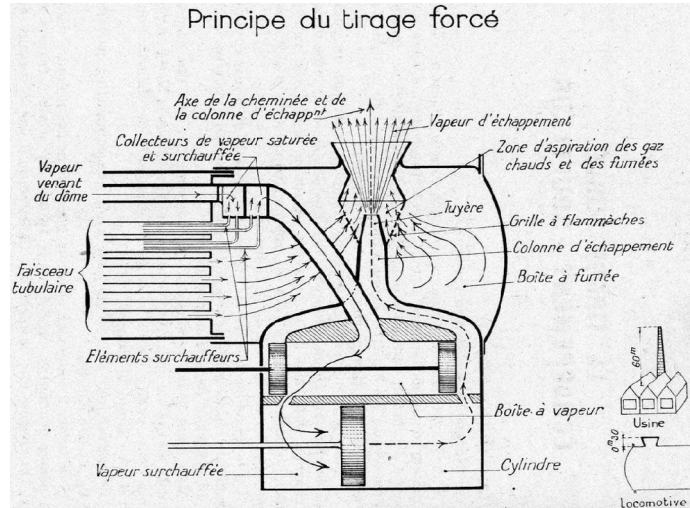
### 4.1.10 - La boîte à fumées

Elle est composée d'une virole en prolongement du corps cylindrique. Elle est délimitée par la plaque tubulaire avant et la porte.

On y trouve (cf schéma n°10) :

Schéma n°10

– L'échappement : il peut être fixe ou variable, (réduction possible de la section), c'est un tuyau situé dans l'axe de la cheminée, par lequel les fumées provenant des tubes, sont entraînées vers l'extérieur, aspirées par la vapeur d'échappement provenant des cylindres.



– Un souffleur c'est une bague percée, placée dans l'axe de la cheminée, qui souffle de la vapeur et qui permet d'activer le feu par la création d'une dépression, notamment lorsque le régulateur est fermé.

– Les tuyauteries d'admission et d'échappement en vapeur des cylindres.

– Un collecteur de surchauffe si la machine en est équipé.

– Un pare-escarbilles ou pare-flammèches, grillage placé sous la cheminée qui évite la projection de particules incandescentes par la cheminée.

La bonne étanchéité de la boîte à fumées est essentielle pour garantir un bon tirage.

### 4.1.11 - Le dôme de vapeur

Il sert à collecter la vapeur pour alimenter les cylindres et certains accessoires, tout en réduisant le risque d'entraînement d'eau.

### 4.1.12 - Les soupapes de sûreté

Toute chaudière de locomotive à vapeur doit être équipée des accessoires de sécurité prévus par le fabricant, avec au minimum, deux soupapes de sûreté qui seront vérifiées, tarées et plombées par l'expert de l'organisme habilité, à l'occasion des requalifications périodiques. Les soupapes de sûreté servent à éviter que la pression ne soit supérieure au timbre<sup>3</sup> de la chaudière. Les documents relatifs aux accessoires de sécurité doivent être conservés par l'exploitant.

### 4.1.13 - Le régulateur

Placé au niveau du dôme vapeur, il sert à réguler ou interrompre, suivant les besoins, le débit de vapeur du mécanisme distributeur des cylindres.

<sup>3</sup> **Timbre** : Valeur maximale de pression vapeur de la chaudière, définie par construction ou par re-timbrage. Cette valeur peut être abaissée lors d'un re-timbrage par exemple, si l'état de la chaudière le nécessite.

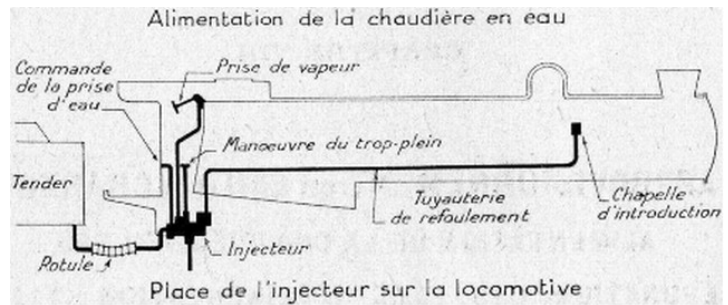
## 4.2 - Les accessoires de la chaudière et périphériques

### 4.2.1 - Les injecteurs ou pompes d'alimentation

Schéma n°11

Ils permettent d'alimenter la chaudière avec l'eau qui provient des réservoirs ou caisses à eau en la refoulant dans la chaudière à une pression supérieure à la pression de la vapeur contenue dans la chaudière.

L'injecteur est de type « en charge » lorsque le niveau de l'eau des caisses est au-dessus de l'injecteur et de type « aspirant » lorsque le niveau de l'eau des caisses est au-dessous.



La pompe d'alimentation aspire l'eau du tender ou des caisses à eau latérales. Le débit des pompes est généralement plus important que celui des injecteurs. L'eau peut être réchauffée par de la vapeur avant d'être injectée afin de limiter la différence de température. Attention, avec une pompe d'alimentation, l'injection d'eau dans la chaudière peut être impossible lorsque la locomotive est arrêtée.

### 4.2.2 - La chapelle d'introduction

Elle permet à l'eau, provenant d'un injecteur ou d'une pompe d'alimentation, d'être introduite dans la chaudière. L'alimentation se fait dans l'eau et à l'avant du corps cylindrique pour limiter la différence de température (cf. schéma n°11).

La chapelle d'introduction est équipée d'un clapet anti retour et d'une vanne d'isolement.

### 4.2.3 - La nourrice

La nourrice est une pièce de robinetterie en bronze ou en acier moulé, fixée sur la boîte à feu, qui permet de capter la vapeur en un seul point de la chaudière et de la distribuer vers divers organes (génératrice basse tension, souffleur, injecteur ...) Les robinets qui équipent la nourrice doivent être prévus pour faire circuler de la vapeur à la pression de service.

### 4.2.4 - Les bouchons de lavage et autoclaves

La chaudière possède divers orifices permettant la visite de l'intérieur et le nettoyage. Ces orifices sont, en général, consolidés par des renforts. On en trouve aux quatre angles de la boîte à feu (partie inférieure), au-dessus du cadre de porte de foyer, dans les arrondis du pourtour de boîte à feu (un peu au-dessus du niveau de l'eau), puis sur les côtés du corps cylindrique (en face du faisceau tubulaire et au-dessus du niveau de l'eau), sous le corps cylindrique et au bas de la plaque tubulaire de boîte à fumée.

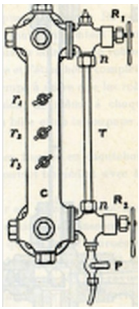
### 4.2.5 - La sablière

La sablière (réserve de sable, ce dernier permettant d'améliorer l'adhérence roue / rail) est située sur la partie supérieure des viroles du corps cylindrique pour permettre au sable de descendre par gravité dans une boîte de distribution.

Le sablage permet, en augmentant le coefficient de frottement entre la roue et le rail, d'obtenir une meilleure adhérence. Il s'agit d'un équipement non spécifique aux locomotives à vapeur.

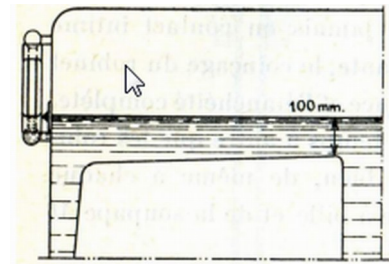
### 4.2.6 - Les indicateurs de niveau d'eau

schéma n°12



Toute chaudière doit être équipée au niveau du poste de conduite, de deux dispositifs indicateurs du niveau de l'eau, indépendants l'un de l'autre, dont l'un au moins est à indication visible, (un tube en verre ou tout autre appareil équivalent), disposés de telle sorte que le niveau de l'eau s'y établisse à la même hauteur que dans la chaudière. Le tube devra pouvoir être facilement nettoyé et remplacé.

schéma n°13



Le second dispositif d'indication a pour but de contrôler les indications du premier et de faire connaître la situation réelle du niveau de l'eau quand le premier cesse de fonctionner.

Le niveau du liquide doit être maintenu à une hauteur de marche telle qu'il soit, en toutes circonstances, à 6 centimètres au moins au-dessus du ciel du foyer (cf. décret du 02/04/1926 abrogé).

Le repère de niveau minimum sur l'indicateur devra correspondre à la hauteur réelle d'eau dans la chaudière en respectant la valeur de sécurité définie ci-dessus.

### 4.2.7 - La commande du régulateur

Manœuvrée par le mécanicien, l'ouverture et la fermeture du régulateur s'effectue généralement au moyen d'un levier facilement accessible, pour être actionné rapidement en cas d'urgence.

### 4.2.8 - Le volant ou levier de marche

Manœuvré par le mécanicien, il agit sur un arbre transversal dit « arbre de relevage » qui abaisse ou relève les coulisses (cf. schéma n° 15).

### 4.2.9 - La commande des injecteurs ou pompes d'alimentation

Actionnée par le chauffeur et / ou le mécanicien, elle permet d'alimenter la chaudière en eau.

### 4.2.10 - La vanne du souffleur

A l'ouverture de la vanne, la vapeur est conduite dans un tuyau qui pénètre dans la boîte à fumée et s'enroule en couronne autour du tuyau de décharge.

Actionné par le chauffeur, le souffleur permet lors des arrêts ou lors des circulations régulateur fermé (descente) :

- de créer un tirage suffisant ;
- d'éviter la fumée ;
- d'éviter le retour de flammes et de fumée par la porte du foyer.

### **4.2.11 - Les purgeurs**

Disposés à chaque extrémité des cylindres dans leurs parties inférieures, ils permettent d'expulser l'eau de condensation. L'eau, étant incompressible, pourrait endommager les cylindres. Le mécanicien ou le chauffeur peut actionner les purgeurs depuis la cabine de conduite à l'aide d'un levier ou, sur certaines machines, directement sur les cylindres à l'arrêt.

### **4.2.12 - La vanne d'extraction**

Placée au point le plus bas de la chaudière, elle peut être manœuvrée depuis le poste de conduite, pendant la marche du train, ou de l'extérieur lorsque la locomotive est à l'arrêt. Elle permet d'expulser les dépôts boueux accumulés dans les parties basses de la chaudière. Sous l'effet de la pression intérieure exercée par la vapeur, l'eau chaude est expulsée avec violence à l'extérieur par cette issue entraînant les boues en suspension.

Elle permet également lors de la maintenance de vidanger totalement la chaudière sans autre démontage.

### **4.2.13 - Le sifflet**

C'est à la fois un signal avertisseur en cas de danger et un moyen de communication entre le machiniste et le personnel du train ou celui de la voie. Les locomotives sont pourvues d'un et parfois de deux sifflets donnant des sons différents. Ils peuvent fonctionner soit avec de la vapeur soit avec de l'air comprimé.

### **4.2.14 - Les manomètres de pression**

Les locomotives sont équipées de manomètres de pression :

- d'air, pour le freinage : réservoir principal (RP), conduite générale (CG), cylindre de frein (CF), accessoires ...
- vapeur, pour indiquer, la pression de la chaudière (fonction de la quantité d'énergie fournie), la pression des boîtes à vapeur (fonction de la position du régulateur et du pourcentage d'admission aux cylindres) ...

Le manomètre de pression de la chaudière doit comporter un repère matérialisé (généralement un trait rouge bien visible) sur la valeur de pression maximale autorisée (timbre ou PS).

## **4.3 - Châssis, caisses à eau et réserve à charbon**

La chaudière est portée par un châssis rigide. Les variations de température subies par la chaudière occasionnent des dilatations que n'éprouve pas le châssis, la chaudière étant généralement fixée à l'avant tandis qu'elle repose à l'arrière sur des patins de glissement.

Toutefois un dispositif mécanique peut permettre de garder la chaudière solidaire du châssis en cas de renversement de la locomotive ; cela concerne des chaudières de tailles importantes.

Une locomotive à vapeur équipée de caisses à eau et d'une réserve à charbon est plutôt destinée à effectuer de petits parcours.



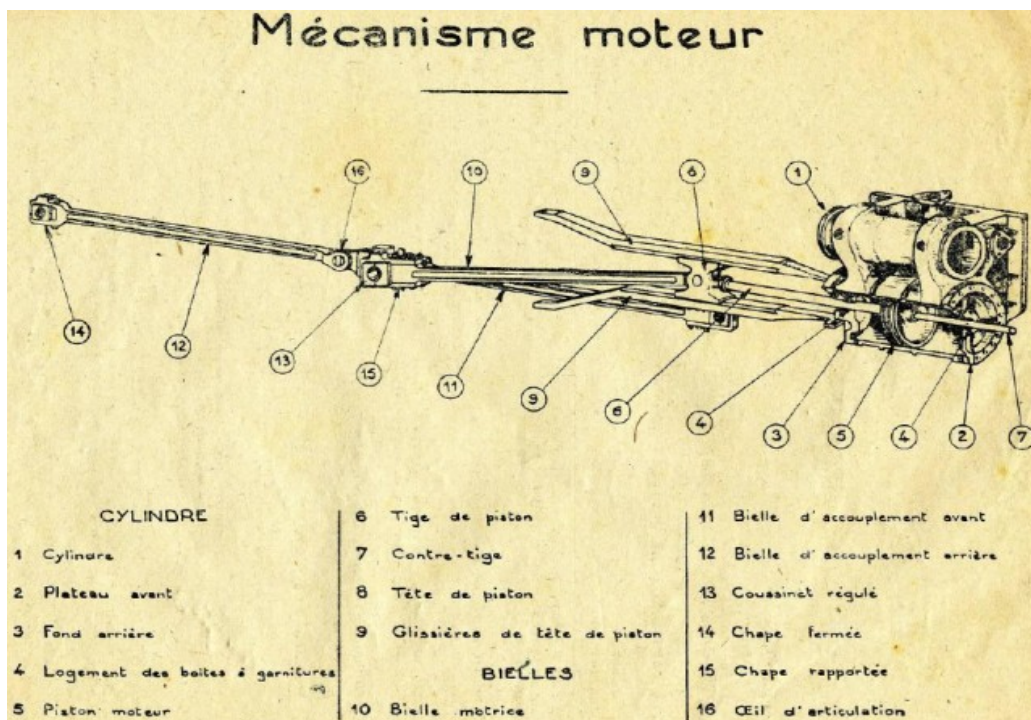
## 4.4 - Les organes de roulement et la cinématique

### 4.4.1 - Le mécanisme moteur (dit grand mouvement)

Il se divise en 4 parties (cf. schéma n° 14) :

- Les cylindres (pistons moteur) sont alimentés par la boîte à vapeur. Sur certaines locomotives dites « compound » la vapeur se détend une première fois dans les cylindres « haute pression (HP) » puis une seconde fois dans les cylindres « basse pression (BP) ».
- Les pistons reçoivent alternativement la vapeur sur leurs deux faces et créent l'effort moteur. Cet effort est transmis aux bielles.
- Les bielles motrices transmettent l'effort moteur du piston aux roues motrices.
- Les bielles d'accouplement communiquent aux essieux accouplés une partie de l'effort de l'essieu moteur.

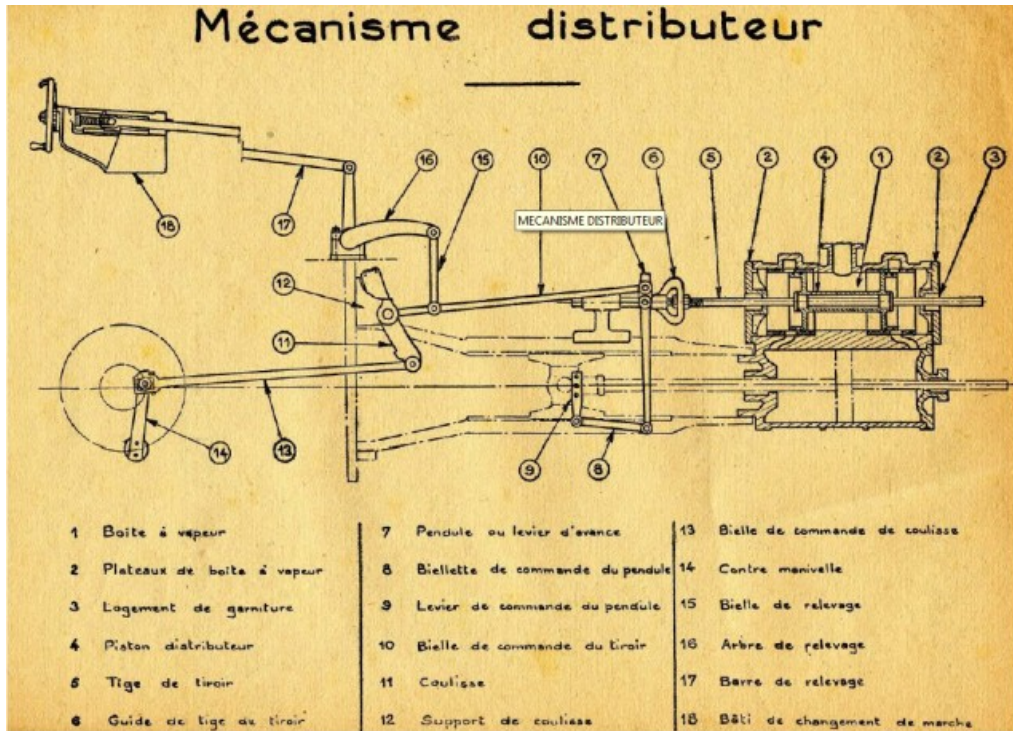
Schéma n° 14



### 4.4.2 - Le mécanisme distributeur (dit petit mouvement)

Ce mécanisme est chargé d'admettre la vapeur sur la bonne face du piston au moment voulu. Il doit aussi permettre l'inversion du sens de marche et il doit laisser au mécanicien la possibilité de choisir le pourcentage d'admission de la vapeur dans les cylindres (la « marche »). Il se divise en 3 parties (cf. schéma n° 15) :

Schéma n°15



- les boîtes à vapeur sont fixées sur les cylindres et permettent d'admettre la vapeur sur l'une ou l'autre des faces du piston.
- le mécanisme de commande des tiroirs des boîtes à vapeur est réglé de façon à déplacer le tiroir au bon endroit pour admettre la vapeur vers le cylindre en fonction de la position du piston et d'ouvrir les lumières d'échappement.
- le mécanisme de changement de marche permet au mécanicien de régler le pourcentage d'admission de la vapeur dans les cylindres à l'aide du volant (ou levier) de changement de marche. Il permet également le choix du sens de marche.

La position « zéro » du mécanisme correspond à la neutralisation de l'admission de vapeur aux pistons.

Le mécanisme doit être obligatoirement placé à la position « zéro » lorsque la locomotive est à l'arrêt.

La marche est alors dite « au point mort » = cran zéro.

Toute cette cinématique, moteur et distributeur, est soigneusement graissée (cf. chapitre 6.3.4).

#### 4.4.3 - Les essieux

Les essieux montés peuvent former un empattement rigide ou articulé. Il existe deux types d'essieux montés :

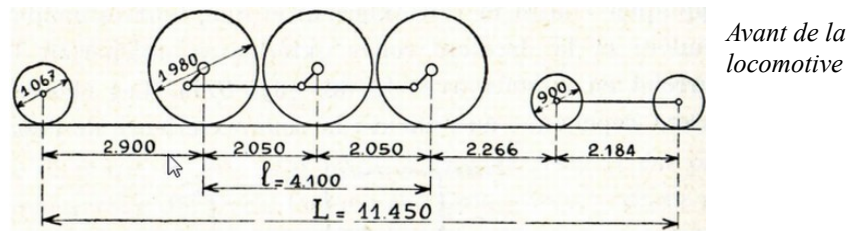
- les essieux moteurs recevant l'effort moteur du piston, soit directement, soit par l'intermédiaire de bielles d'accouplement ou d'engrenages ;
- les essieux porteurs supportant une partie de la masse de la locomotive.

Le châssis peut être également porté par un essieu ou un bogie directeur en tête et un essieu ou bissel (articulé) à l'arrière. Ces derniers éléments de roulement ne sont jamais liés à la traction.

La disposition des essieux caractérise la dénomination de la locomotive de l'avant vers l'arrière : cf. schéma n°16 présentant une Pacific type 1.

231 ; de l'avant vers l'arrière : 2 porteurs, 3 moteurs et 1 porteur

schéma n°16



On appelle empattement rigide, la distance « l » comprise entre les essieux accouplés extrêmes liés invariablement au châssis. L'empattement rigide de la locomotive détermine le rayon minimum d'inscription en courbe.

Le rayon minimum d'inscription en courbe d'une locomotive à vapeur doit être connu et adapté au tracé de la ligne, avant d'engager une circulation.

L'empattement total « L », est égal à la distance qui sépare les essieux extrêmes.

## 4.5 - Tender

### 4.5.1 - Bacs à eau et réserve de charbon

Les locomotives non équipées de caisses à eau et de réserves de charbon ne peuvent circuler qu'en formant un tandem avec un tender attelé. Ces locomotives sont destinées à effectuer de longs trajets.

Le niveau d'eau de la caisse du tender peut être vérifié par des robinets de jauge ou visuellement par les trappes de remplissage.

Le charbon est logé au-dessus de la caisse à eau du tender.

### 4.5.2 - Liaison tender / machine

Pour l'approvisionnement en eau de la locomotive, une liaison par tuyau d'alimentation relie le tender et la locomotive. Le système d'attelage entre les deux éléments est différent d'une locomotive à l'autre, mais les principes sont identiques à un attelage classique.

Pour l'approvisionnement en charbon, le tender peut être équipé d'une vis d'alimentation sans fin, (stoker) ou d'une passerelle afin de permettre au chauffeur de prendre le charbon du tender pour alimenter le foyer.

## 4.6 - Frein

### 4.6.1 - Principe

Pour fournir l'air nécessaire au système de freinage, la locomotive peut être équipée d'un compresseur dit «petit cheval», alimenté par la vapeur qui permet de comprimer l'air (frein à air). Les différents types de freinage sont identiques aux locomotives utilisant une autre énergie, l'objet du présent guide n'étant pas de traiter du système de freinage.

Pour autant, certaines locomotives à vapeur sont équipées de freins vapeur type frein direct. Le système, de conception très simple utilise la vapeur commandée par un robinet ou une vanne, pour agir sur un piston qui applique les sabots de frein contre les roues de la locomotive.

## 4.6.2 - Le freinage dit « à contre vapeur »

La marche à contre vapeur permet de freiner fortement le mouvement de la locomotive. La locomotive roule dans un sens alors que le mécanisme de distribution est disposé pour le sens inverse de la marche. L'efficacité dans l'utilisation de la marche à contre vapeur est variable et dépend en grande partie de la capacité et de l'expérience du mécanicien, de la vitesse et de la masse du train.

## 4.7 - Dispositifs auxiliaires

### 4.7.1 - Turbo-dynamo

Les locomotives peuvent être équipées de « turbo-dynamos » alimentées par la vapeur pour produire une alimentation électrique.

### 4.7.2 - Pompe à air

Cf. § 4.6.1, à propos du compresseur vapeur dit «petit cheval».

### 4.7.3 - Réchauffeurs

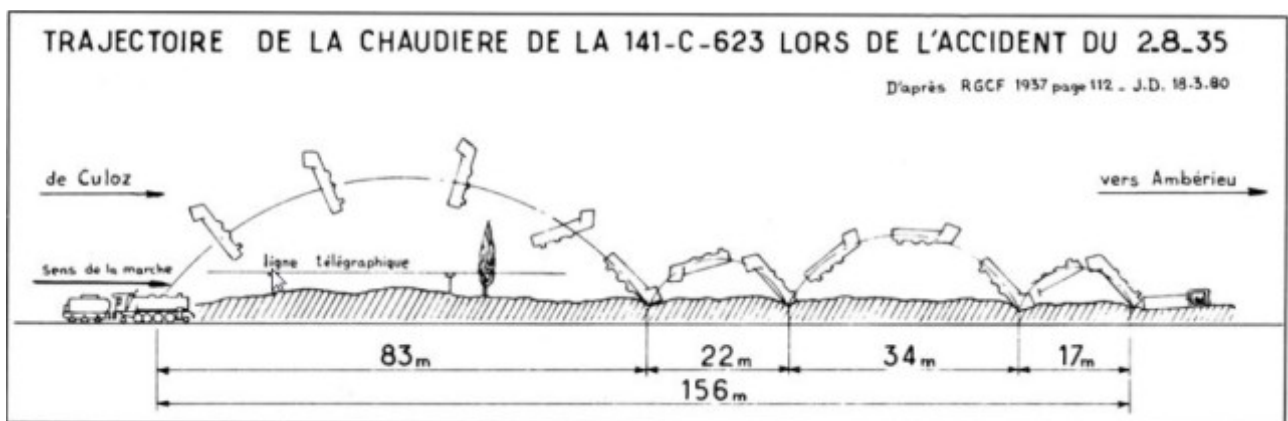
Ils permettent d'augmenter la température de l'eau avant de l'injecter dans la chaudière. Ils sont associés aux pompes d'alimentation dont le débit est plus important que celui des injecteurs.

## 5 - Risques potentiels liés à l'exploitation vapeur

### 5.1 - Explosion

Un mauvais usage ou le manque d'entretien peut entraîner la destruction ou l'explosion de la chaudière avec des conséquences meurtrières, voire dévastatrices.

Un des risques les plus graves de l'exploitation d'une locomotive à vapeur est l'explosion de la chaudière, pouvant survenir lors de manipulations inappropriées ou de défaillances du matériel. C'est ce qu'il s'est passé lors de l'accident décrit ci-après.



Explications sur l'accident de la 141 C 623 :

Dans la nuit du 1er au 2 Août 1935 près d'Ambérieu, la chaudière de l'express 658 St Gervais le Fayet - Paris a explosé, alors que le train roulait à vive allure. La machine ne déraila pas et le frein automatique fut mis en action par la rupture de la CG.

On déplora 2 morts ; le mécanicien et le chauffeur.

La machine a été décapitée au-dessus du châssis. La chaudière, bloc énorme de 30 tonnes, a été projetée à plus de 150 m du point de départ de l'accident.

La cause de cet accident serait imputable à l'équipe de conduite qui aurait tardé à remplir en eau la chaudière, provoquant son explosion.

**RECOM n°1 : La partie supérieure du foyer ne doit jamais être à découvert d'eau quelles que soient les conditions d'exploitation (profil de la ligne).  
Risque d'explosion !**

Il est donc important de rappeler que le personnel de conduite doit être, à tout moment, en mesure d'injecter de l'eau dans la chaudière.

Si à la suite d'une avarie ou d'une erreur d'estimation de la réserve d'eau, il ne dispose plus de moyen d'injecter de l'eau dans la chaudière, il doit connaître et appliquer rapidement la procédure pour jeter le feu et arrêter le train.

**RECOM n°2 : Avant mise en service d'un appareil à pression les deux systèmes d'alimentation en eau doivent être en service (sauf dans le cadre d'essai après réparation ou maintenance).**

**RECOM n°3 : Le bon fonctionnement des soupapes de sécurité doit être testé régulièrement et tracé dans les documents d'exploitation.**

## 5.2 - Fuites d'eau chaude ou de vapeur

D'autres incidents sérieux ou accidents liés à des fuites d'eau chaude ou de vapeur ont été recensés lors de l'exploitation des locomotives à vapeur y compris récemment en France et en Europe. Il importe d'en cerner les conséquences afin de prendre les mesures nécessaires pour les éviter.

Comme exposé ci-avant, il est indispensable que le niveau d'eau minimum défini dans la chaudière soit maintenu et respecté. Il est également impératif de tenir compte des variations du profil de la voie cela pouvant entraîner une chute instantanée du niveau d'eau sur le ciel de foyer.

**RECOM n°4 : Le niveau d'eau minimum dans la chaudière doit être surveillé au moyen des indicateurs présents en cabine. Ceux-ci doivent être maintenus parfaitement lisibles.**

Une fuite de vapeur au niveau d'un bouchon fusible permettra d'alerter le personnel de conduite qui prendra des mesures immédiates et nécessaires pour éviter l'accident (potentiellement, l'explosion de la chaudière).

**BP n°1 : Il est fortement conseillé d'équiper le foyer d'un ou deux bouchons fusibles.**

L'usure des éléments constitutifs de la chaudière soumis à des contraintes thermiques importantes peut également être la cause d'avaries pouvant constituer un danger pour les agents de conduite. Parmi les incidents connus, certains sont liés à la rupture de tubes à fumées, car ces derniers sont constamment entourés d'eau et de suie, ce qui favorise une altération rapide.

Une fuite d'eau provenant de la rupture d'un tube à fumée au niveau de la plaque tubulaire arrière (côté foyer) peut causer de graves brûlures aux personnes présentes en cabine.

**BP n°2 : Il appartient à chaque exploitant de vérifier périodiquement l'intégrité des tubes à fumées et de définir éventuellement un cycle de remplacement.**

### 5.3 - Les départs de feu aux abords de la voie

Des escarbilles provenant de la cheminée ou des braises incandescentes provenant du cendrier peuvent être à l'origine d'un départ de feu sur les traverses ou aux abords de la voie, en particulier en période sèche.

**BP n°3 : Avant chaque journée d'exploitation, vérifier l'étanchéité du cendrier et ses déformations.**

**BP n°4 : Avant chaque journée d'exploitation, vérifier l'état du pare-escarbille.**

### 5.4 - Les jets de vapeur vers un quai

Lors des arrêts en gare ou lors des départs, et selon la configuration particulière de la locomotive, il peut être nécessaire de prendre certaines dispositions pour éviter tout risque de jet de vapeur vers le quai depuis la machine.

**BP n°5 : Si l'injection d'eau dans la chaudière est nécessaire, prendre des dispositions vis-à-vis du public.**

**BP n°6 : Porter une attention particulière lors des départs avec les purgeurs de cylindres ouverts.**

### 5.5 - Rupture du mouvement

Un manque de graissage risque de provoquer un grippage de la mécanique ou sa rupture par suite d'une usure anormale, pouvant entraîner un déraillement, voire le plantage dans le ballast d'une bielle rompue avec risque de renversement de la machine.

Une inspection régulière de l'intégrité et de la fixation des pièces de liaison et un graissage minutieux des pièces du mouvement, avant, pendant la marche (graisseur mécanique) et lors des arrêts, permet de réduire ce risque.

**RECOM n°5 : Veiller à un graissage régulier et minutieux du mouvement avant et pendant la marche ainsi qu'à l'intégrité et la bonne fixation des pièces de liaison.**

## 6 - Exploitation de la locomotive à vapeur

### 6.1 - Généralités

Il existe de nombreux types de locomotives à vapeur, selon leur taille, l'écartement de la voie, leur conception plus ou moins moderne et complexe et leur puissance. Elles ont été conçues pour un usage défini qu'il est impératif de prendre en compte pour qu'il corresponde aux besoins de l'exploitation (zone de montagne ou de plaine, vitesse d'exploitation, longueur du parcours, masse remorquée,...).

En effet, un usage inapproprié des locomotives à vapeur contribuera à la fatigue accélérée du matériel et à l'apparition de désordres mécaniques. Exemples : utiliser une machine conçue pour réaliser des manœuvres en gare, pour tracter des trains lourds en ligne et sur des parcours plus ou moins exigeants ; à l'inverse, exploiter une locomotive de ligne conçue pour rouler vite, sur un parcours de faible distance et à petite vitesse.

Le chapitre 10 « Bien démarrer une nouvelle exploitation vapeur » récapitule les principales questions qu'il faut se poser avant de se lancer dans l'exploitation d'une locomotive à vapeur.

**BP n°7 : Exploiter une locomotive à vapeur autant que possible en respectant l'usage pour lequel elle a été conçue. Inversement, adapter et renforcer les vérifications spécifiques lorsque son utilisation ne correspond pas à l'usage prévu.**

### 6.2 - Poste de conduite

Le poste de conduite d'une locomotive à vapeur est un environnement difficile : forte chaleur, travail salissant, posture debout, nécessité de passer régulièrement la tête dehors, mouvements dans un espace restreint, retour de flamme possible au niveau de la porte du foyer, ...

Les deux fonctions de mécanicien et chauffeur nécessitent une tenue vestimentaire appropriée en toute saison, telle que : habits à longues manches et en coton, gants, lunettes pour le mécanicien, foulard, casquette, chaussures de sécurité.

**RECOM n°6 : Le personnel de conduite doit porter une tenue adaptée telle que : habits à longues manches et en coton, gants, lunettes, foulard, casquette, chaussures de sécurité.**

Le personnel de conduite doit pouvoir rester concentré sur ses tâches et doit disposer de la place nécessaire pour effectuer les gestes nécessaires.

Il appartient à l'exploitant d'apprécier le nombre de personnes étrangères à la conduite, admises à bord dans le respect des conditions de sécurité. Ces personnes doivent porter une tenue compatible avec les risques encourus (pas de short ni sandales par exemple).

**RECOM n°7 : Pour éviter toute gêne au personnel de conduite, l'exploitant doit déterminer le nombre de personnes étrangères au service de la machine, admises en cabine et leurs conditions d'accès, tenue vestimentaire notamment, pour assurer leur sécurité.**

## 6.3 - Préparation avant le départ d'une circulation vapeur

### 6.3.1 - Prise en compte de divers paramètres avant de préparer la locomotive

Avant de préparer une locomotive à vapeur, le responsable de l'équipe vérifiera les différents registres (exploitation, maintenance ...) et s'assurera qu'aucune avarie ne peut interdire la circulation de la locomotive ou dégrader le niveau de sécurité.

**RECOM n°8 : Consulter tous les registres relatifs à la locomotive avant d'en programmer la circulation publique ; ne pas hésiter à lui substituer un autre moyen de traction en cas d'avarie même mineure susceptible de dégrader la sécurité.**

Par rapport aux autres types d'énergie de traction, les conditions d'exploitation d'une locomotive à vapeur sont plus exigeantes, car elles nécessitent en général plus de personnel et un temps de préparation important, jusqu'à plusieurs heures, en fonction de la taille de la locomotive et de la dernière utilisation (chaudière et foyer chauds ou froids).

Il est également important de prendre en compte certains éléments afin de s'assurer que la circulation sera possible. A titre d'exemple :

La météo : même si une locomotive à vapeur peut sans problème circuler sous la pluie, la neige ..., la préparation de la locomotive et l'équipement du personnel de conduite devront être adaptés aux conditions.

### 6.3.2 - Nettoyage et inspection

Pour limiter la corrosion et l'usure des constituants, il convient de réaliser un nettoyage minutieux de tous les restes de la précédente chauffe selon les dispositions ci-après. Il est bon de disposer de « check-listes » des points de contrôle à effectuer avant le départ.

Le nettoyage doit également être l'occasion de pratiquer une inspection détaillée.

#### 6.3.2.a - Pour le foyer :

- vérifier l'état général du foyer ;
- nettoyer et vérifier le plan de grilles (emplacement, déformations ...). Les grilles doivent pouvoir être facilement soulevées pour jeter le feu si besoin ;
- nettoyer et vérifier le fonctionnement du « jette feu » si la locomotive en est équipée ;
- nettoyer et vérifier le faisceau tubulaire (pas d'eau dans les tubes, révélatrice de tubes percés, ...)
- nettoyer les plombs fusibles et vérifier qu'ils ne présentent pas de traces suspectes ; les changer si nécessaire.
- déboucher régulièrement les entretoises qui pourraient être obstruées, à l'aide d'une pige, en évitant de laisser plusieurs entretoises bouchées côte à côte.

**BP n°8 : Pour limiter la corrosion et l'usure des constituants, il convient de réaliser un nettoyage minutieux de tous les restes de la précédente chauffe, dans le délai le plus proche de l'arrêt de la machine.**

#### 6.3.2.b - Pour le cendrier :

- nettoyer le cendrier et vérifier qu'il n'est pas déformé ;
- nettoyer et vérifier le bon fonctionnement des trappes du cendrier ;
- vérifier que le cendrier peut assurer une bonne étanchéité aux projections de braises.



**6.3.2.c - Pour la boîte à fumées :**

- nettoyer la boîte à fumées et vérifier au niveau du faisceau tubulaire qu'aucun tube ne soit altéré par l'oxydation ou percé ;
- vérifier l'état général des différents constituants (souffleur, tuyère d'échappement, étanchéité et bon verrouillage de la porte ...).

**RECOM n°9 : La présence d'eau au niveau des tubes à fumées implique une recherche de fuite et si un tube percé est découvert, la locomotive doit être mise hors service. (ne pas confondre fuite et condensation à l'allumage de la locomotive).**

**6.3.2.d - Pour le mouvement :**

- nettoyer et vérifier tous les axes de fixation ;
- nettoyer et vérifier l'état général de l'embiellage ;
- vérifier que le coulisseau est au milieu du secteur lorsque la marche est au point mort. (vérification à effectuer à nouveau lorsque la machine est en pression).

**BP n°9 : Connaître le fonctionnement et la maintenance des boîtes à huile : effectuer des purges régulières.**

### 6.3.3 - L'allumage et la montée en pression

**6.3.3.a - Déplacement de la locomotive froide :**

Si les locaux ne sont pas adaptés pour allumer à l'intérieur du dépôt, la locomotive peut alors être déplacée avant l'allumage. Dans ce cas, il convient de prévoir un autre engin moteur, locotracteur diesel par exemple, pour la sortir du lieu de garage.

Opérations à effectuer :

- vérifier que les purgeurs sont ouverts ;
- mettre la marche à fond dans le sens du déplacement ;
- desserrer le frein après avoir attelé la locomotive au locotracteur (ou avant le mouvement) ;
- si besoin, laisser une personne à bord pour freiner mécaniquement.

**BP n°10 : Il est préférable d'effectuer le moins de distance possible machine froide embiellée.**

**BP n°11 : Disposer d'un locotracteur ou une autre vapeur pour pouvoir effectuer des manœuvres si besoin.**

**6.3.3.b - Avant le début de la chauffe :**

- vérifier (mécanicien ou le chauffeur) que le frein mécanique est serré ou que la machine est calée, que la marche est au neutre, que le régulateur est fermé et que les purgeurs sont ouverts ;
- vérifier le témoin de dilatation de la chaudière (si la loco en est équipée)
- de préférence, ouvrir la vanne principale et chapelle d'introduction, (cela permet d'être assuré de leur bon fonctionnement);
- prévoir une hotte si l'allumage doit s'effectuer à l'intérieur d'un bâtiment ;
- préparer la quantité de combustible nécessaire (papier, petit bois, bois, charbon) ;
- procéder au remplissage ou vérifier que le niveau d'eau de la chaudière est au moins 1/4 au-dessus du niveau minimum dans le niveau d'eau ;
- s'assurer que les caisses à eau (ou tender) ont un niveau d'eau suffisant ;
- vérifier que la cheminée n'est pas bouchée par son chapeau ou un couvercle ;

- vérifier que la boîte à fumée est bien fermée ;
- s'assurer que les trappes de vidange du cendrier soient fermées ;
- s'assurer que les trappes d'air du cendrier soient ouvertes ;
- s'assurer que les purgeurs soient ouverts
- de manière générale, vérifier que rien ne peut être la cause d'un danger pour la mise en chauffe de la chaudière (chiffon qui traîne, outils oubliés ...).

#### **6.3.3.c - Allumage du feu dans le foyer :**

- on utilise généralement des chiffons imbibés de carburant puis du bois ;
- on peut attendre que le manomètre décolle avant de passer au charbon. La chauffe est plus lente avec du bois, donc moins agressive ;
- l'ajout de charbon (pas de poussière de charbon) se fera par petites pelles de façon à couvrir progressivement l'ensemble de la grille ;
- particulièrement pour les grands foyers, veiller à faire prendre le feu rapidement sur toute la surface du plan de grilles pour éviter des différences de températures trop importantes sur les parois ;

#### **6.3.3.d - La montée en pression :**

- idéalement, et selon les locomotives, la pression de 1 bar sera obtenue dans la première moitié du temps nécessaire à la montée en pression maximale (timbre) ;
- sur certaines machines, il peut être utile d'ouvrir la porte du foyer pour améliorer le tirage, sans perdre de vue qu'une montée en pression trop rapide n'est pas compatible avec une bonne dilatation de la chaudière ;
- les trappes d'air peuvent être manœuvrées en fonction du tirage souhaité ;
- les purgeurs restent ouverts.

**BP n°12 : Une bonne répartition du feu dans le foyer et une montée en pression lente permet une dilatation homogène de la chaudière.**

#### **6.3.3.e - Lorsque la pression définie par l'exploitant est atteinte :**

- rien n'empêche l'exploitant de prescrire une valeur de pression inférieure au timbre. Cependant, pour l'utilisation du frein pneumatique, il est préférable que la pression dans la chaudière soit 2 bars au-dessus de la pression du réservoir principal ;
- vérifier le témoin de dilatation de la chaudière (si la loco en est équipée) ;
- le chauffeur (ou le mécanicien) reste dans la cabine de conduite pour la surveillance du feu et de l'ensemble des commandes. A défaut, il doit assurer la conduite du feu de sorte que la pression ne monte plus ;
- la vérification et la confirmation du niveau d'eau doit être réalisée tous les jours d'exploitation avant le premier mouvement de la locomotive. La procédure doit être détaillée dans la fiche de poste de formation du chauffeur et ou du mécanicien.

### **6.3.4 - Lubrification des pièces en mouvement**

Cette opération peut être réalisée pendant la montée en pression de la chaudière.

Chaque pièce en mouvement doit être lubrifiée de façon à répondre aux contraintes qu'elle subit. Les points de graissage sont nombreux et spécialement adaptés au mouvement.

Le graissage de l'embellage, des coussinets de bielles (bagues en bronze régulées ou pas ), des tiges de pistons doit être réalisé de façon abondante, les tiges de piston doivent être luisantes.

Les huiles et les graisses devront être appropriées, suivant des recommandations du fournisseur ou d'experts vapeur.

Il convient de vérifier les organes de graissage (mèches, épingles, graisseurs mécaniques, bouchons ...). Vérifier le serrage des bouchons après le graissage.

Le graissage des cylindres et pistons se fait avec des huiles spéciales dites « à surchauffe ».

**BP n°13 : Effectuer un graissage complet des éléments en mouvement. Lors de circulations tender en avant, vérifier que la vitesse imposée par le gestionnaire d'infrastructure est compatible avec le dispositif de graissage à vitesse lente. Pour les machines dite « de ligne » une vitesse inférieure à 30 km/h peut être dommageable aux graisseurs de mouvements.**

**BP n°14 : Autant que possible, positionner les bielles de façon à accéder à tous les points de graissage, sinon ne pas hésiter à déplacer légèrement la locomotive.**

**BP n°15 : Noter tous les points de graissage ainsi que le type de graisse ou d'huile qui s'y rapporte et adopter une « routine » de façon à n'en rater aucun.**

### 6.3.5 - L'avitaillement

#### 6.3.5.a - L'approvisionnement :

D'une manière générale, il convient d'évaluer et approvisionner dans la machine, la quantité de consommables nécessaire à la circulation prévue : eau, produit de traitement de l'eau, charbon, mazout ou bois en tenant compte des indications exposées ci-après. Cependant, des apports lors d'étapes durant la marche du train pourront être programmés.

**BP n°16 : Selon la taille de la locomotive, la mécanisation de l'avitaillement peut être très utile, notamment pour les machines à grand gabarit (grue pour le charbon, pompe à eau).  
A défaut, un quai haut peut considérablement atténuer les efforts.**

#### 6.3.5.b - L'eau :

L'eau utilisée pour l'alimentation des chaudières contient, en quantité variable, une grande variété d'éléments :

- en suspension : algues, champignons, sables, argiles,...
- en émulsion : pétrole, huiles minérales, ...
- en solution : gaz carbonique, azote ; sels minéraux, bicarbonates de calcium, de sodium, etc.

L'élévation de la température provoque la précipitation des éléments minéraux de l'eau entraînant notamment la formation de tartre, très dommageable pour le bon fonctionnement des chaudières et des niveaux d'eau.

Cette couche de tartre a un pouvoir isolant qui gêne les échanges de chaleur entre le foyer et l'eau de la chaudière.

L'entartrage du foyer et des tubes entraîne :

- une surconsommation d'énergie ;
- un risque d'erreur de lecture du niveau d'eau depuis le poste de conduite ;
- un risque de surchauffe locale pouvant conduire à l'éclatement d'une paroi.

Pour réduire le tartre et le risque de corrosion, on procède régulièrement à des lavages de chaudière et de circuits d'eau (machine froide).

En fonction des analyses de l'eau d'alimentation de la chaudière, on peut également ajouter une quantité définie de produit à chaudière qui limite la corrosion et qui favorise le dépôt des sels en boues fines et légères. Ce mélange est appelé le « complexe », et le procédé, « Traitement Intégral Armand » (du nom de son inventeur). Ces boues ainsi constituées et déposées sur les parties basses de la chaudière sont évacuées par des purges systématiques effectuées par l'équipe de conduite (extraction : cf. § 6.8).

L'utilisation seule des produits de chaudière, sans une procédure de maintenance adaptée à la qualité de l'eau mais aussi aux exigences de l'exploitation, ne saurait être efficace.

**RECOM n° 10 : Analyser l'eau utilisée et en fonction des résultats, pratiquer un traitement et un procès de maintenance adapté.**

Il peut être intéressant d'installer un adoucisseur d'eau pour l'avitaillement, limitant ainsi l'agressivité de l'eau. Pour autant tous les problèmes liés à l'exploitation d'une chaudière ne sont pas réglés par le seul fait d'adoucir l'eau.

**BP n°17 : Un adoucisseur d'eau permet de limiter l'agressivité de l'eau.**

- Remplissage des bacs à eau ou du tender :

Il conviendra de prévoir la quantité d'eau et de produits de traitement nécessaires dans les bacs à eau ou dans le tender en fonction du parcours à effectuer. Un avitaillement en cours de parcours, à un point d'arrêt, peut s'avérer nécessaire.

Conserver un bon état de propreté des bacs à eau ou du réservoir du tender, est important pour le fonctionnement des injecteurs.

- Remplissage de la chaudière :

S'agissant de l'ajustement du niveau d'eau dans la chaudière, effectué pendant la chauffe, on veillera d'une manière générale à garder une marge par rapport au niveau maximum, de façon à pouvoir injecter de l'eau pour limiter la montée de la pression.

**BP n° 18 : Il est conseillé de ne pas remplir la chaudière à son maximum pour garder une marge permettant, si besoin, de faire baisser la pression de vapeur en injectant de l'eau.**

L'exploitant, et notamment le personnel de conduite, doit connaître les besoins en eau de sa machine en fonction du parcours à réaliser. Le personnel de conduite doit évaluer la quantité d'eau nécessaire à la réalisation du parcours. Il doit définir un niveau minimal de réserve d'eau dans les bacs ou le tender qui conditionne la marche de la locomotive et, si besoin, contrôler le niveau d'eau lors d'un arrêt et faire l'apport nécessaire.

**RECOM n°11 : Rappel, il est interdit de manquer d'eau.**

**BP n° 19 : A chaque ravitaillement en eau, il convient de remplir les bacs à leur capacité maximum.**

### **6.3.5.c - Le charbon**

Il faudra veiller à choisir un type de charbon adapté à l'utilisation pour chaudière de locomotive à vapeur, en principe du charbon flambant demi-gras pour les locomotives chargées à la pelle et un charbon flambant sec pour les locomotives à charge automatique.

L'exploitant doit veiller à ce que le lieu de stockage soit bien isolé de la terre. En revanche il n'est pas utile de protéger le charbon des intempéries. Il est même possible de mouiller le charbon, pour améliorer sa tenue au feu.

Le calibre du charbon devra être adapté au plan de grille. La combustion du charbon devra produire la quantité de chaleur nécessaire pour obtenir la pression de vapeur souhaitée.

**BP n°20 : Stocker le charbon de préférence sur une dalle béton pour éviter qu'il se mélange à de la terre. Pour améliorer la tenue au feu, il est possible de mouiller le charbon par aspersion.**

### **6.3.5.d - Le mazout (fioul)**

Pour fonctionner au mazout, le foyer des locomotives doit subir quelques aménagements. La température de la flamme atteignant 1.700 degrés environ, le foyer doit recevoir un revêtement réfractaire composé d'une sole remplaçant la grille, de murets le long des parois et d'une voûte.

Le brûleur est placé à l'arrière du foyer ou à l'avant.

Le brûleur comporte deux conduits :

- le conduit supérieur amène le mazout,
- le conduit inférieur reçoit la vapeur qui projette le mazout en une nappe pulvérisée dans le foyer.

La consommation de vapeur pour assurer la pulvérisation du mazout est assez importante, environ 10% de la vapeur produite.

La manœuvre combinée des robinets de vapeur et de mazout permet de régler l'allure depuis la mise en veille jusqu'au débit maximum.

Il faut assurer un mélange très « intime » des particules pulvérisées et de l'air à la sortie du brûleur. Une combustion incomplète se signale par l'apparition d'une fumée noire ou fortement colorée. Un regard dans la paroi arrière permet d'observer le feu.

Le mazout est préalablement réchauffé par un serpentin de vapeur pour le rendre plus fluide.

L'allumage se fait au moyen d'une mèche d'étoupe enflammée attachée à l'extrémité d'une baguette en acier.

Le chauffeur est libéré de tout effort physique, mais pour obtenir une conduite économique, il doit surveiller attentivement l'arrivée de l'air, le robinet d'admission du mazout, la prise de vapeur du brûleur et celle du réchauffeur.

Pour allumer une locomotive froide, il faut pouvoir disposer d'une source auxiliaire de vapeur de 5 ou 6 kg de pression par cm<sup>2</sup> pour alimenter le souffleur, le brûleur et pour le chauffage préalable du mazout.

En plus de leur plus grand pouvoir calorifique, les combustibles liquides offrent les avantages suivants :

- rapidité d'allumage et de mise en pression,
- facilité de conduite ;
- réduction des fumées ;
- propreté du matériel ;
- facilité d'approvisionnement sur la locomotive.

### **6.3.5.e - Le bois**

Pour mémoire, indépendamment du bois utilisé pour l'allumage du feu dans les locomotives à charbon, il existe également des locomotives à vapeur alimentées au bois.

### **6.3.6 - La formation du train**

En fonctionnement, une locomotive à vapeur dégage plus ou moins de fumée et peut projeter des escarbilles. Les passagers de la voiture située juste derrière la locomotive seront les plus exposés.

**BP n°21 : Si la rame est constituée avec des voitures découvertes, il conviendra d'avertir les passagers des désagréments possibles liés au dégagement de fumées et à la projection d'escarbilles.**

### **6.3.7 - Gestion du stationnement vis-à-vis du public**

Lorsque la rame est constituée, il convient d'observer quelques règles pour le stationnement :

**RECOM n°12 : En stationnement, le régulateur doit être fermé, la marche doit être au point mort, les purgeurs ouverts et le frein serré.**

Le personnel d'exploitation pourra être confronté à un public de curieux ou de photographes, dont le comportement ne respecte pas toujours les consignes élémentaires de sécurité : trop grande proximité avec la locomotive ; traversée hasardeuse de la voie pour une prise de vue, interpellation du personnel de conduite, demande de monter en cabine, etc.

**BP n°22 : Préparer le personnel d'exploitation à gérer le public.**

## **6.4 - Rôle du personnel à bord de la locomotive**

Le métier de chauffeur s'apprend avant celui de mécanicien. Cependant, le principe de polyvalence pour le personnel de bord est à rechercher dans l'intérêt de ne pas devenir monotâche. Le mécanicien qui, de fait, est déjà habilité pour les deux postes, pourra, le moment venu, initier le « chauffeur » aux fonctions de mécanicien.

Le couple mécanicien / chauffeur doit connaître parfaitement sa machine et la ligne qu'il emprunte (PN, points singuliers type tunnel, profil en long, zones urbaines ...). Il anticipe et applique les mesures adaptées à chaque situation.

Outre la conduite proprement dite, il doit être à l'écoute des bruits anormaux et savoir détecter les signes précurseurs de l'apparition de désordres lors d'inspections régulières.

**BP n°23 : Avant d'engager une circulation vapeur publique, le personnel de conduite doit bien connaître sa machine et la ligne empruntée ou être accompagné d'un pilote qui connaît la ligne.**

#### **6.4.1 - Rôle du mécanicien :**

Responsable du poste de conduite et de la machine, il est chargé de la conduite du train : gestion de la marche de la locomotive, respect des consignes et de la signalisation et admission de personnes dans la cabine. Si nécessaire, il donne les consignes au chauffeur pour la gestion du feu et pour l'avitaillement en eau. Il peut assurer, pour partie, la formation des chauffeurs et futurs mécaniciens. Enfin, il connaît la ligne qu'il emprunte ou il est accompagné d'un pilote qui connaît la ligne.

Les principales commandes sur lesquelles il agit et actions qu'il exécute sont :

- la commande du régulateur pour admettre plus ou moins de vapeur vers les cylindres ;
- le volant ou levier de marche pour adapter le pourcentage d'admission de la vapeur aux cylindres et régler le sens de marche de la machine ;
- les commandes de frein ;
- le contrôle des indicateurs (pression de vapeur ; niveau d'eau) ;
- les commandes du sifflet ;
- la surveillance de la rame tractée ;
- le graissage du mouvement ;
- l'inspection générale régulière de la machine.

En outre, le mécanicien peut effectuer des manœuvres, seul à bord, en gare ou au dépôt.

#### **6.4.2 - Rôle du chauffeur :**

Sous l'autorité du mécanicien, il est chargé de la conduite du feu et de l'alimentation en eau de la chaudière pour maintenir une pression adaptée en fonction des besoins qui lui sont communiqués par le mécanicien.

Les principales commandes sur lesquelles il agit et actions qu'il exécute sont :

- les injecteurs pour maintenir un niveau d'eau adapté dans la chaudière en fonction des conditions de circulation, sans jamais être sous le niveau minimum ;
- l'alimentation du feu et sa disposition dans le foyer ;
- les trappes du cendrier pour apporter l'air nécessaire à la bonne combustion du feu ;
- le souffleur qui crée une dépression dans la boîte à fumée, permettant d'attiser le feu et d'éviter le retour de flamme par la porte du foyer ;
- la commande pour jeter le feu ;
- le contrôle des indicateurs de sécurité (pression de vapeur ; niveau d'eau) en lien avec le mécanicien ;
- l'inspection générale régulière de la machine en lien avec le mécanicien ;
- les commandes de frein afin de stopper le train et le mettre en sécurité, en cas de défaillance du mécanicien.

En outre, le chauffeur peut être habilité à effectuer des manœuvres, seul à bord, en gare ou au dépôt.

Le chauffeur peut participer à l'observation des signaux et les répéter au mécanicien, (double lecture de l'information).

La présence d'un aide chauffeur peut être requise par l'exploitant.

**RECOM n°13 : Le chauffeur doit savoir stopper le train et doit savoir mettre la locomotive en sécurité.**

## 6.5 - Vérifications et mesures à prendre avant le départ

La liste ci-après ne se veut pas exhaustive et sera à adapter au cas par cas en fonction de la fréquence des circulations, du type de locomotive etc.

Elle regroupe cependant, l'essentiel des points à satisfaire avant de réaliser une circulation vapeur :

- vérifier et confirmer le niveau d'eau ;
- vérifier les réserves d'eau et de charbon (fuel, bois ...) en fonction du parcours ;
- s'assurer que les points de ravitaillement nécessaires sont opérationnels ;
- prévoir la quantité nécessaire de produits pour le traitement de l'eau, si besoin ;
- vérifier le bon fonctionnement des injecteurs ;
- préchauffer les cylindres pour éviter les chocs thermiques ;
- vérifier la présence à bord du matériel dédié au chauffeur (pelle, piques feu...) + pelle de secours selon la taille des locomotives ;
- vérifier et recharger la sablière si besoin ;
- prévoir les outils (caisse à outils, lampe, chiffons, ...) et quelques menues pièces de rechange nécessaires pour l'entretien et les petites réparations ;
- prévoir les huiles et les graisses pour effectuer les apports complémentaires pendant le parcours ;
- disposer des agrès de sécurité en cabine ;
- prévoir les moyens de lutte contre les départs de feu aux abords de la voie, si besoin ;
- prévoir une trousse de secours (brûlures, coupures, ...).

## 6.6 - Mesures pendant la marche du train en mode nominal

### 6.6.1 - Opérations à effectuer préférentiellement à l'arrêt

- Réaliser des extractions permet d'évacuer les boues accumulées au point bas de la chaudière. Selon le type de locomotive, cette opération peut s'effectuer en circulation s'il est possible d'actionner la commande de la vanne d'extraction depuis le poste de conduite.

**BP n°24 : Procéder régulièrement à l'extraction des boues accumulées dans la chaudière ; choisir un endroit approprié sans personne autour, l'opération d'extraction pouvant comporter des risques dus au jet d'eau vaporisée.**

- Tester régulièrement la levée des soupapes, en fonction de la fréquence des circulations. Le test des soupapes de sécurité étant très bruyant, il conviendra de porter une attention particulière envers le voisinage. Cette opération demandant beaucoup de concentration, il est préférable de la réaliser à l'arrêt.

**BP n°25 : Tester régulièrement les soupapes de sécurité (de préférence à l'arrêt) en fonction de la fréquence des circulations.**

- Purger régulièrement l'indicateur de niveau d'eau à vision directe afin d'avoir en permanence une indication fiable. L'absence de purge pourrait conduire à avoir des indications erronées (ex. : niveau plein d'eau alors que la chaudière se vide). Il pourra être judicieux de répéter l'opération durant le parcours, suivant sa longueur.

**BP n°26 : L'entretien et la vérification de l'indicateur de niveau d'eau à vision directe doivent être effectués régulièrement.**



## 6.6.2 - Au départ

Avant le départ du train, il conviendra de :

- vérifier le bon fonctionnement du frein direct (vapeur) et automatique (essai de frein / voir le Référentiel Technique des Chemins de Fer Touristiques - RTCFT) ;
- vérifier que les purgeurs de cylindres sont ouverts afin d'évacuer l'eau de condensation ;
- égaliser le feu avec le pique-feu avant le démarrage en ayant soin de maintenir le souffleur pour éviter la production de fumée ;
- tester le bon fonctionnement du sifflet ;
- s'assurer du comportement du public restant en gare, autour de la machine ;
- vérifier la pression et le niveau d'eau dans la chaudière.

Au départ du train, le chauffeur veillera particulièrement aux points suivants :

- vérifier dès que possible le fonctionnement de la pompe d'alimentation (le cas échéant) ;
- éviter l'emploi du souffleur quand la machine se met en mouvement ;
- au démarrage, ne pas ouvrir la porte du foyer avant que le mécanicien ait raccourci la marche au point convenable.

**BP n°27 : Pour limiter la condensation dans les distributeurs et cylindres, notamment au premier démarrage, il est bon de les réchauffer en ouvrant légèrement le régulateur (marche à zéro et purgeurs ouverts) frein serré.**

**BP n°28 : Au départ, vérifier que les purgeurs de cylindres sont ouverts afin d'évacuer l'eau de condensation.**

**BP n°29 : Au démarrage, la préparation de la locomotive doit permettre de ne pas injecter, de ne pas ouvrir la porte du foyer et de ne pas utiliser le souffleur. La chaudière ne doit pas être trop remplie pour éviter que de l'eau ne soit aspirée dans les cylindres.**

## 6.6.3 - En circulation

La conduite d'une locomotive à vapeur demande d'intégrer l'inertie de la machine et le personnel de conduite doit savoir anticiper les opérations, notamment à l'approche de points singuliers comme les rampes, les ruptures de profil en long, les pentes, les tunnels, les gares, les zones d'habitations, ...

**BP n°30: La conduite vapeur implique de savoir anticiper les opérations.**

### 6.6.3.a - La conduite : manœuvre du changement de marche et du régulateur

- Pour réduire l'effort de traction, le mécanicien peut soit rapprocher le changement de marche du point mort en laissant le régulateur à son point d'ouverture, soit refermer le régulateur sans toucher au changement de marche, soit combiner les deux manœuvres. Pour augmenter l'effort de traction, procéder à l'inverse.
- Au démarrage ou en rampe : pour obtenir de grands efforts, on augmente le pourcentage d'admission (la marche, cf § 4.2.5). En terme du métier, le mécanicien « allonge » la marche, c'est-à-dire qu'il éloigne le coulisseau du point d'articulation de la coulisse, puis il ouvre le régulateur pour admettre la vapeur au cylindre de façon progressive.

- En palier : pour diminuer l'effort, il vaut mieux « laminer »<sup>4</sup> en réduisant l'ouverture du régulateur et faire varier la vitesse en ramenant le coulisseau vers le point d'articulation O de la coulisse. Le mécanicien « relève » la marche.
- En pente : on pourra diminuer la marche et laminer, voire fermer le régulateur (cf. ci-dessous).

Attention, l'indication de la pression aux cylindres peut baisser lorsque le mécanicien ouvre le régulateur et remonter lorsqu'il referme le régulateur.

#### La marche à régulateur fermé

La marche à régulateur fermé permet de ralentir la machine, car la vapeur n'arrivant plus aux cylindres, il se produit un vide relatif derrière le piston, d'où une résistance à son mouvement. Pendant cette phase, l'utilisation du souffleur est utile pour éviter un retour de flamme.

La marche à régulateur fermé a pour inconvénient majeur d'entraîner un tirage forcé des gaz chauds et des poussières de charbon qui sont aspirés dans les cylindres risquant de provoquer une décomposition des huiles de graissage et un risque de rayure des parois des cylindres.

Pour atténuer ces inconvénients :

- Par méthode de conduite, placer le volant ou levier de marche à fond de course pour limiter l'aspiration des poussières ;
- Par conception, la boîte à vapeur peut être équipée d'une soupape ou d'un by-pass, automatique ou commandé par le mécanicien.

Lorsque la locomotive roule à régulateur fermé, la dépression créée dans la boîte à fumées provoque une aspiration des gaz chauds à travers les tubes à fumées.

**BP n°31 : Pour limiter les inconvénients liés à une marche à régulateur fermé, placer le volant ou levier de marche à fond de course. Lorsque le mécanicien ferme le régulateur, il avertit le chauffeur si la porte du foyer est ouverte ou s'il a l'intention de l'ouvrir, afin de lui éviter un retour de flamme.**

#### La marche à contre vapeur

La marche à contre vapeur permet de freiner fortement le mouvement de la locomotive. La locomotive roule dans un sens alors que le mécanisme de distribution est disposé pour le sens inverse de la marche. Les problèmes que l'on peut rencontrer sont les mêmes que pour la marche à régulateur fermé.

### **6.6.3.b - La chauffe, (au charbon) et surveillance et ajustement du niveau d'eau**

La « chauffe » est une alternance de périodes où le chauffeur met au feu pour faire monter la pression de vapeur et des périodes où il fait de l'eau pour maintenir le niveau d'eau et/ou faire descendre la pression.

---

4 **Laminer** : Rétrécir une veine fluide, diminuer l'ouverture de passage de la vapeur

## La conduite du feu

Comment brûle un morceau de charbon :

- Il s'échauffe → il emprunte de la chaleur au foyer et n'en fournit pas.
- Il se fendille → par ces fentes, les matières volatiles s'enflamment.
- Il devient incandescent → ne brûle pas car les matières volatiles emploient tout l'air.
- Il s'enflamme → plus de matière volatiles, le charbon devient coke.

C'est à ce moment seulement que l'on devrait recharger à nouveau le feu.

Pour alimenter de façon efficace un feu, le chauffeur doit :

- Avoir une bonne lecture du feu, « voir dans le feu ». Quand le feu est bien allumé et que la charge précédente est bien cokéfiée, la flamme est transparente et le feu se voit bien.
- Commencer à charger à l'avant (fond du foyer) puis vers l'arrière. Charger de façon à garder une épaisseur de feu juste suffisante pour obtenir une vaporisation satisfaisante (éviter les trous dans le feu qui provoquent la rentrée d'air froid). Un feu convenablement chargé (pas de trou) fumera gris souris, à l'inverse, s'il y a des trous, la fumée sera plus claire.
- Veiller à ne pas dégarnir les bords de la grille, le long des plaques latérales et dans les angles à l'arrière.
- Si la machine est démunie de voûte, avoir un feu assez épais à l'avant.
- Avoir une bonne cadence. C'est le nombre de charges et non le poids de la charge qui doit augmenter en fonction de la demande du train.
- Garder la porte du foyer ouverte le moins longtemps possible et ne pas injecter de l'eau en même temps que de faire une charge, afin d'éviter les différences brutales de température et limiter les chocs thermiques qui peuvent à terme, entraîner des fissures dans les flans du foyer ou des fuites au niveau des tubes sur la plaque tubulaire.

**BP n°32 : Avant de mettre du charbon au feu, le chauffeur doit préparer sa charge et observer le feu :**

- **casser les gros morceaux de charbons,**
- **le mouiller éventuellement,**
- **observer la couleur des fumées,**
- **repérer les zones où le feu est le plus vif.**

Les trappes d'air du cendrier doivent être ouvertes lors de la marche de la locomotive.

Avant d'alimenter le feu, le chauffeur peut actionner le souffleur à sa convenance pour éviter le retour de flamme.

**BP n°33 : Charger régulièrement le combustible par petite quantité.**

**BP n°34 : Ne jamais fermer les deux clapets du cendrier lorsque le feu est fort afin d'éviter une déformation du cendrier et inversement pour éviter tout refroidissement brusque par un apport d'air trop important dans le foyer.**

**BP n°35 : En règle générale, lorsque la locomotive est en marche arrière, il est préférable de tenir le clapet avant du cendrier fermé, afin d'éviter l'accès direct d'air froid contre la plaque tubulaire, ce qui pourrait endommager les tubes.**

La surveillance et l'ajustement du niveau d'eau.

Il est de nouveau rappelé qu'il est interdit de manquer d'eau lors d'une circulation. Il est impératif de ne jamais descendre sous le niveau minimal d'eau dans la chaudière défini par le constructeur. Afin de limiter les chocs thermiques lors de l'injection d'eau dans la chaudière, il convient de respecter quelques règles :

- ne pas injecter avec les deux injecteurs simultanément sauf cas d'urgence et ne pas injecter porte de foyer ouverte.

**BP n°36 : Pour injecter de l'eau dans la chaudière, s'assurer que la porte du foyer est fermée ; injecter l'eau par petites quantités pour éviter les chocs thermiques.**

Les conditions de circulation et le profil de la voie peuvent influencer de façon non négligeable la répartition du niveau d'eau :

- en rampe, on aura une indication « haute » et en pente, une indication « basse », dans le cas d'une conduite cheminée en avant.

**BP n°37 : Vérifier le niveau de l'eau en pallier avant d'engager une rampe ou une pente car la lecture du niveau s'en trouve erronée (d'où l'importance de connaître la ligne).**

- lors de freinages appuyés et prolongés, l'eau est chassée à l'avant et le ciel de foyer peut être découvert pendant un temps significatif, d'où l'importance de ne pas attiser le feu.

**RECOM n°14 : Lors de freinages, appuyés et prolongés, particulièrement en pente, l'eau est chassée à l'avant de la locomotive et le ciel de foyer peut être découvert.  
Il convient, dans cette configuration, de ne pas activer le feu et de laisser le souffleur fermé.**

- Le niveau d'eau affiché n'est pas toujours fidèle au niveau réel.

**RECOM n°15 : Les indicateurs de niveau d'eau doivent être régulièrement purgés et contrôlés à l'aide des robinets de jauge.**

**BP n°38 : Attention, le niveau d'eau paraît plus élevé régulateur ouvert.  
Il convient d'être vigilant lorsque le niveau est bas.**

**BP n° 39 : La chaudière ne doit pas être trop remplie pour éviter un entraînement d'eau dans les cylindres  
(Voir primage cf § 6.8.).**

### 6.6.3.c - Les points singuliers d'une circulation

#### Circulation en tunnel

L'entrée en tunnel d'une circulation vapeur doit être anticipée. Dans la mesure du possible, il n'est pas recommandé d'effectuer certaines opérations, notamment celles qui pourraient entraîner un dégagement de fumée important.

**RECOM n°16 : Tout faire pour éviter un arrêt dans un tunnel.**

#### **BP n°40 : Avant d'engager la rame en tunnel :**

- **alimenter suffisamment le feu pour éviter de devoir ouvrir la porte du foyer**
- **adapter le niveau d'eau pour éviter de devoir injecter**
- **d'une manière générale, anticiper toutes opérations pour éviter de les réaliser en tunnel**
- **avoir une lampe de bord de réserve à disposition de l'équipe de conduite.**

#### En rampe, en pente ou lors des ruptures de pente

Le mécanicien et le chauffeur devront anticiper ces passages et rester vigilants sur la conduite, la conduite du feu et la surveillance du niveau d'eau (cf ci-dessus).

### 6.6.3.d - Mise en œuvre d'opérations particulières

Si la locomotive est équipée d'une commande de la vanne d'extraction dans le poste de conduite, procéder en tant que de besoin aux opérations d'extraction (cf § .4.2.12).

**BP n°41 : Réaliser en tant que de besoin des opérations d'extraction pendant la marche (si locomotive équipée).**

Procéder en tant que de besoin aux tests des soupapes de sécurité (levée de soupape) en choisissant un endroit approprié (bruit).

### 6.6.3.e - Prévention des départs de feu aux abords de la voie et maîtrise des fumées

Les locomotives à vapeur peuvent être à l'origine de départs de feu. Par conséquent, il conviendra de porter une attention particulière pour éviter ce risque.

**BP n°42 : Rester vigilant face au risque de départ de feu.**

Pour mémoire, le RTCFT (cf. § 1.2.3) prévoit que « ...dans les régions à fort risque d'incendie, [le train] doit être doté d'un système d'extinction de feu ». Ce dispositif peut être embarqué à bord du train ou d'un engin suiveur à même d'intervenir en cas de départ de feu aussitôt après le passage du train.

Enfin, certains environnements, urbains, portuaires, etc, nécessitent que le personnel de conduite adopte, autant que possible, des mesures limitant les émissions de fumées noires.

Avant d'aborder une telle zone, il convient de charger le feu suffisamment tôt pour que celui-ci ait le temps de "blanchir", ce qui limite les dégagements de fumées (connaissance de la ligne).

**BP n°43 : En milieu urbain, le personnel de conduite veillera si possible à limiter les émissions de fumées en évitant d'activer le feu.**

**BP n°44 : Ouvrir légèrement le souffleur permet de dissiper plus rapidement les fumées.**

#### **6.6.3.f - Avant l'arrivée en station ou en gare**

Comme pour toutes les phases de conduite, il convient **d'anticiper** l'arrivée en gare en adaptant le niveau d'eau dans la chaudière et en chargeant le feu de façon à adapter la pression de la chaudière en prévision du prochain départ.

Il convient également de prendre des mesures vis-à-vis du public sur les quais : sifflet, agent, ...

#### **6.6.4 - En gare**

Les arrêts en gare ou en station peuvent être l'occasion de réaliser des compléments de combustibles, d'eau et d'effectuer des opérations de lubrification.

Selon la durée de l'arrêt, un talon à l'arrière du foyer peut être constitué.

Le graissage de l'embiellage, des coussinets de bielles (bagues en bronze), des tiges de pistons doit être réalisé fréquemment de façon à ne jamais en manquer. Le graissage doit être abondant, les tiges de piston doivent être luisantes.

### **6.7 - Mesures à l'arrivée**

#### **6.7.1 - A l'arrivée (fin de parcours)**

Comme pour toutes les phases de conduite, il convient **d'anticiper** l'arrivée en fin de parcours en n'ayant pas un feu trop vif, une pression pas trop élevée et un niveau d'eau adapté (plutôt haut, vers 80 %).

#### **6.7.2 - Remisage quotidien**

a) Pour permettre un refroidissement lent de la chaudière, les opérations suivantes peuvent être effectuées :

- mettre le feu plat sans recharger,
- couvrir la cheminée avec un couvercle plein pour un remisage en douceur.

b) Pour mettre la locomotive en sécurité et garantir son entretien, les opérations suivantes peuvent être effectuées :

- s'assurer que la locomotive est freinée et calée,
- vérifier que le régulateur et toutes les vannes de prise de vapeur sont fermées et que la marche est au point mort (le coulisseau est au milieu du secteur),
- ouvrir les purgeurs de cylindres,
- nettoyer et inspecter la boîte à fumées,
- vider et inspecter le cendrier,
- nettoyer la cabine de conduite, et de manière générale, la locomotive.

**RECOM n°17 : Effectuer au moins une extraction par journée d'exploitation afin d'évacuer les boues accumulées (cas où la vanne est commandée de l'extérieur).**

**BP n°45 : Veiller à ne pas stationner la locomotive encore chaude à proximité de matières facilement inflammables.**

Prendre des mesures pour la gestion des cendres qui au fur et à mesure des circulations peut s'avérer problématique.

**BP n°46 : Disposer d'une fosse à piquer<sup>5</sup> et prévoir un lieu de stockage des cendres et un processus d'évacuation.**

Le nettoyage des tubes à fumées peut être effectué en tant que de besoin, par jet de vapeur, d'air ou par ramonage.

**BP n°47 : Pour améliorer le rendement et garantir un bon entretien, les tubes à fumées peuvent être ramonés et/ou soufflés à la fin d'une journée d'exploitation.**

c) Formalisation de la journée d'exploitation par le mécanicien (non spécifique à la vapeur) :

- renseigner le registre d'exploitation,
- renseigner si besoin un document relatif aux avaries (si besoin reporter les avaries au moyen de croquis),
- renseigner si besoin le registre d'entretien.

### 6.7.3 - Remisage pour une durée moyenne

Sur certaines exploitations de chemin de fer touristique, la fréquence de circulation de locomotives à vapeur peut être assez faible, (une ou deux circulations par semaine, voire moins). Dans ce cas, il convient de prendre des mesures supplémentaires pour préserver la mécanique.

En plus des points du b) et du c) du chapitre 6.7.2 « Remisage quotidien », il convient d'effectuer les opérations suivantes :

- jeter le feu, et procéder à l'exécution des points du § 6.3.2 «Nettoyage et inspection»,
- graisser toute la cinématique (cf § 6.3.4 «Lubrification des pièces en mouvement»),
- purger l'indicateur du niveau d'eau,
- nettoyer et inspecter le foyer (de l'ordre de 72h après la journée d'exploitation).

## 6.8 - Gestion des situations dégradées pendant la marche

Ce guide ne prétend pas énumérer de façon exhaustive les situations dégradées qu'une circulation de locomotive à vapeur peut rencontrer, mais recense quelques situations prévisibles ou résultant du REX.

**BP n°48 : La formation du personnel de conduite peut être basée sur le retour d'expérience (REX) des exploitants de locomotives à vapeur en France et à l'étranger.**

**RECOM n°18 : Le personnel de conduite doit savoir réagir à toutes les situations en cas d'avarie.**

**RECOM n°19 : La formation du personnel de conduite doit prendre en compte la gestion des situations dégradées.**

<sup>5</sup> **Fosse à piquer** : Les fosses à piquer, ou encore de basculage, ou encore de décrassage, sont destinées à recevoir les cendres des chaudières et le fraïsil des boîtes à fumée.

Avarie d'injecteur :

Les locomotives à vapeur sont généralement équipées de deux systèmes d'injection. En cas d'avarie de l'un d'eux lors d'une circulation, il est possible de continuer le parcours jusqu'à l'arrêt suivant. Il faut cependant que le personnel de conduite sache réagir rapidement et sans paniquer en cas d'avarie du dernier injecteur :

- jeter le feu,
- faire chuter la pression vapeur,
- stopper le train et l'immobiliser (garder si possible l'inertie pour sortir d'un tunnel),
- procéder à l'évacuation des voyageurs par l'arrière du train, en évitant de passer à côté de la locomotive.

**RECOM n°20 : Il est interdit de manœuvrer une locomotive encore en pression dont on a jeté le feu.**

En cas de fusion d'un bouchon fusible :

- ne pas injecter de l'eau dessus (risque d'explosion)
- le jet d'eau et de vapeur créé dans le foyer devrait être suffisant pour éteindre le feu
- ne pas ouvrir « en grand » la porte du foyer (risque de projection de vapeur, de cendres chaudes)
- stopper le train et l'immobiliser (garder si possible l'inertie pour sortir d'un tunnel)
- procéder à l'évacuation des voyageurs par l'arrière du train, en évitant de passer à côté de la locomotive.

**RECOM n°21 : Cette avarie entraîne un contrôle de la chaudière par du personnel compétent avant d'être remise sous pression.**

Rupture d'un tube à fumées :

- injecter de l'eau contrairement à l'avarie d'un bouchon fusible,
- le jet d'eau créé dans le foyer devrait être suffisant pour éteindre le feu
- ne pas ouvrir « en grand » la porte du foyer (risque de projection d'eau bouillante, de cendres chaudes)
- stopper le train et l'immobiliser (garder si possible l'inertie pour sortir d'un tunnel)
- procéder à l'évacuation des voyageurs par l'arrière du train, en évitant de passer à côté de la locomotive.

Après refroidissement le tube peut être bouché.

Fuite dans le foyer provenant de la rupture d'entretoise :

- alimenter abondamment, et si le niveau de l'eau ou la pression ne peuvent être maintenus pour rallier une gare, arrêter d'injecter, jeter le feu et procéder comme pour une avarie d'injecteur,
- si plus de deux entretoises proches l'une de l'autre viennent à rompre, ne pas injecter, jeter le feu et procéder comme pour une avarie d'injecteur.

Feu dans le cendrier :

- arroser abondamment à l'aide de la prise d'eau prévue à cet effet.

Rupture d'un tube ou d'une glace d'indicateur de niveau d'eau :

- actionner le dispositif de fermeture à distance s'il existe ou fermer les robinets de communication
- vérifier le niveau à l'aide des robinets de jauge ou avec le deuxième niveau, si possible



- rallier la première gare si possible
  - si le niveau d'eau ne peut pas être vérifié, stopper le train et l'immobiliser, injecter pour faire chuter la pression et éviter d'être sous le niveau minimum, jeter le feu et procéder à l'évacuation des voyageurs par l'arrière du train, en évitant de passer à côté de la locomotive.

Procéder au remplacement de la pièce défectueuse avant reprise de l'exploitation

**BP n°49 : Il est conseillé d'avoir des pièces de rechange à disposition immédiate.**

Primage (entraînement d'eau dans les cylindres en même temps que la vapeur) :

Il amène de l'eau soit au surchauffeur, (risque de coup d'eau, vaporisation instantanée), soit directement aux cylindres (marche à l'eau) avec risque de casse des couvercles de fond de cylindre.

**BP n°50 : Ne pas remplir la chaudière à son maximum pour réduire les risques de primage.**

## 7 - Entretien courant / dépannage / maintenance

### 7.1 - Généralités

L'organisation de l'exploitation et la fréquence des circulations doivent tenir compte des moyens mobilisables pour assurer la maintenance du matériel, de sorte de ne pas remettre en circulation des locomotives comportant des avaries non corrigées et susceptibles d'engager la sécurité.

Des échanges et mutualisation de moyens entre exploitants « vapeur » sont source d'optimisation et d'économie de la maintenance. Un réseau de fournisseurs et de conseils techniques peut être envisagé à l'échelle européenne.

### 7.2 - Entretien courant / dépannage

Si la chaudière est conforme aux exigences essentielles de sécurité applicables de la directive 97/23/CE, l'entretien et les réparations seront effectués conformément à sa notice d'utilisation.

Les opérations d'entretien courant et/ou dépannage doivent être réalisées par des personnes habilitées (cf chap 8).

**RECOM n°22 : Consigner toute opération relative à la chaudière et ses organes de sécurité dans le registre correspondant.**

Il est important de se constituer un stock de pièces d'usure courante de rechange en fonction du retour d'expérience acquis au cours de l'exploitation.

**BP n°51 : Disposer d'un stock de pièces de rechange peut permettre de gérer les avaries plus ou moins importantes et ainsi améliorer la sécurité.**

Exemple :

Une fuite sur un tube à fumées nécessite l'arrêt de la locomotive. Cependant, il est possible d'isoler ce tube à l'aide de bouchons coniques adaptés, en bouchant les deux extrémités du tube incriminé,

permettant ainsi la remise en service de la locomotive.

**BP n°52 : Il est conseillé de disposer de bouchons de tubes à fumée correspondants pour isoler un tube, en cas de fuites.  
Le bouchage de tubes n'empêche pas le fonctionnement d'une locomotive.**

La pose des bouchons devra se faire dans les règles de l'art, notamment en tenant compte de la température des pièces et des couples de serrage.

**RECOM n°23 : Il est possible de circuler avec plusieurs tubes à fumées bouchés, cependant, il est recommandé de réparer au plus vite ou de procéder à des investigations pour éviter tout incident grave.**

**BP n°53 : Le stock de pièces de rechange étant lié aux capacités financières de l'exploitation, il peut être constitué selon le rapport coût / occurrence de panne.**

Exemple : - joint, bouchon fusible, ..., peu cher par rapport à la capacité de pouvoir remettre en ordre de marche une locomotive en panne.

Les interventions sur des organes dit « de sécurité » peuvent être contrôlées par une tierce personne (ex. interventions sur un injecteur, sur le calage de la distribution ...).

Les documentations techniques propres à chaque locomotive doivent permettre d'établir la liste des opérations d'entretien à effectuer en fonction du nombre de circulations ou du temps de fonctionnement.

Le lavage de la chaudière doit également être l'occasion de nettoyer et de vérifier les différentes tubulures, notamment celles de l'indicateur de niveau d'eau qui peuvent se boucher.

**BP n°54 : La documentation technique propre à chaque locomotive doit être disponible dans un lieu défini et connu par le personnel habilité.**

**BP n°55 : Procéder régulièrement à des lavages de chaudière (machine froide), a minima une fois par an.  
Les lavages de chaudière seront plus fréquents si la locomotive n'est pas équipée de vanne d'extraction et si le traitement et le mode d'exploitation est mal adapté.**

**BP n°56 : Il est important de bien hiérarchiser les opérations d'entretien.**

Certaines opérations de maintenance liées à la vapeur, nécessitent que la locomotive soit en chauffe et avec une certaine pression vapeur, (contrôle du système de freinage, réglage de la timonerie (si freinage vapeur), tiroirs de distribution ...).

### 7.3 - Maintenance / réparations lourdes

Toute réparation ou modification notable sur la chaudière, selon l'arrêté du 15 mars 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression, doit être réalisée conformément aux règles prévues pour les équipements neufs et faire l'objet d'une demande de contrôle après réparation (ou modification), adressée à un organisme habilité, accompagnée d'un dossier technique décrivant l'opération.

Pendant un cycle de maintenance et selon la documentation propre à chaque locomotive, toutes les vérifications préconisées seront réalisées dans les règles de l'art. Si la chaudière est conforme aux exigences essentielles de sécurité applicables de la directive 97/23/CE, la maintenance et les réparations seront effectuées conformément à sa notice d'utilisation.

**BP n°57 : La repose ou la remise en état de pièces de sécurité feront autant possible l'objet de contrôles effectués par un technicien qui n'a pas pris part à l'opération.**

**RECOM n°24 : Toute opération de réparation ou de maintenance devra être consignée dans un registre de maintenance.**

**RECOM n°25 : Pratiquer un lavage de chaudière au moins une fois par an.**

**BP n°58 : En cas d'intervention dans le foyer, la porte devra être démontée ou entravée : il convient de prévenir une autre personne.**

Les opérations de maintenance ou de réparations lourdes sont l'occasion d'effectuer des vérifications liées à la dépose/repose d'éléments.

Par exemple, porter une attention sur les sommiers de grilles du foyer qui, sous l'action de la chaleur, se dilatent plus que le foyer, risquant de provoquer des déformations.

**BP n°59 : Les sommiers ne doivent pas buter contre les parois du foyer.**

Après une intervention importante, il convient d'effectuer les vérifications nécessaires liées aux travaux réalisés.

**BP n°60 : Après une grosse réparation ou une maintenance conséquente, ou après dés-hivernage, il est conseillé d'effectuer une marche d'essai qui sera consignée dans le registre de maintenance.**

## 7.4 - Durée de vie / programmation

En fonction des documentations propre à chaque locomotive, il peut être conseillé, pour certains organes, de procéder à un remplacement lié aux heures de fonctionnement ou aux km parcourus. Le retour d'expérience permet de cibler les pièces susceptibles de rencontrer des anomalies.

Par exemple, des accidents/incidents récents sur des locomotives à vapeur de chemins de fer touristiques en France et à l'étranger tendent à montrer que les tubes à fumées sont des éléments à surveiller plus particulièrement.

Les altérations qu'ils subissent, liées à des facteurs très variés tels que les propriétés de l'eau, les fréquences de lavage des chaudières, les conditions d'exploitation... doivent conduire les exploitants à effectuer des contrôles réguliers voire des échanges standards programmés.

**BP n°61 : Programmer une maintenance préventive adaptée des pièces d'usure dont l'avarie est susceptible de provoquer un incident grave.**

**BP n°62 : Le partage d'expériences entre exploitants (plate-forme d'échange / logiciels ...) peut contribuer à améliorer le niveau de sécurité des exploitations.**

Étant donné la périodicité concernant l'inspection de la chaudière par un organisme agréé, un exploitant peut être amené à anticiper la date pour lui permettre de circuler pendant la saison touristique (cf. chapitre 3.1).

**BP n°63 : Afficher la date de l'échéance réglementaire (imposée ou choisie), de l'inspection périodique de la chaudière, permet de ne pas l'oublier.**

**BP n°64 : La programmation des inspections périodiques réglementaires de la chaudière par un organisme agréé peut être l'occasion de réaliser des travaux conséquents sur la locomotive.**

**RECOM n°26 : L'échéance réglementaire pour l'inspection de la chaudière par un organisme agréé ne doit en aucun cas être dépassée.**

## 7.5 - Remisage fin de saison (hivernage) ou arrêt de longue durée

Le remisage durable dans un lieu à l'abri des intempéries et bien ventilé est à privilégier.

En fin de saison ou lorsqu'une machine est arrêtée pour une longue durée, certaines opérations sont nécessaires pour éviter qu'elle se dégrade.

### 7.5.1 - La chaudière (lutte contre la corrosion)

- effectuer un lavage,
  - laisser les orifices ouverts et si possible, installer un dispositif pour la sécher et pour la ventiler (pose de mèche en coton pour vider les zones peu accessibles),
- Disposer de bouchons de visite de rechange et la clef ad hoc,
- dans certain cas, la chaudière peut être maintenue en eau après un lavage.

### 7.5.2 - Les équipements de la chaudière

- démonter ce qui peut l'être pour nettoyage et conservation à l'abri de l'humidité (chapelles d'introduction, régulateur, ...),
- assécher les tuyauteries (gel).

### 7.5.3 - Le châssis, la cinématique

Effectuer un nettoyage et un graissage complet.

**BP n°65 : Si la locomotive reste statique mettre la machine sur chandelles ou effectuer une rotation des roues régulièrement peut éviter leur déformation.**

Pour le ré-équipement de la locomotive après un remisage de fin de saison ou un arrêt de longue durée, il est préférable de répartir les tâches.

**BP n°66 : Lors du ré-équipement, contrôler mutuellement le travail de l'autre.**

**BP n°67: Il convient de consigner toutes les opérations effectuées pour l'hivernage ainsi que toutes les opérations effectuées pour la remise en ordre de marche et de les comparer de façon à ne rien oublier.**

Des tests pourront être effectués avant la mise en chauffe.

**BP n°68 : Il est possible de remplir la chaudière avec de l'air comprimé et de faire un test d'étanchéité.**

## 7.6 - Production propre et externalisation

Dans la plupart des cas, un exploitant de locomotive à vapeur ne sera pas en mesure de réaliser tous les travaux de maintenance ou de réparation nécessaires, il devra sous-traiter certaines opérations.

**BP n°69 : Lorsqu'un exploitant n'a pas toutes les compétences pour réaliser des opérations de maintenance/réparation, il convient de tout mettre en œuvre pour bien maîtriser la sous-traitance.**

### 7.6.1 - Cahier des charges

Toute opération sous-traitée fera l'objet d'un cahier des charges détaillé.

### 7.6.2 - Traçabilité

L'exploitant aura la responsabilité de consigner dans le registre de maintenance/réparation, toutes les opérations effectuées sur la locomotive, qu'elles soient de sa propre production ou sous-traitées.

## 8 - Formation et habilitation des personnels de conduite

Rappel : l'équipe de conduite d'une locomotive à vapeur est constituée a minima d'un mécanicien et d'un chauffeur dont les rôles sont définis au chapitre 6.6.

Un mécanicien doit au préalable avoir été habilité chauffeur.

Conformément au référentiel technique des chemins de fer touristiques, le responsable d'exploitation :

- dirige les actions de formation du personnel,
- fait appel à des personnes disposant d'aptitudes physiques et professionnelles adaptées,
- établit un document décrivant l'organisation de la formation initiale par poste, selon une méthode et un programme pré-définis,
- dispose d'un plan de formation et de recyclage des agents « occasionnels » du milieu associatif et des saisonniers employés,
- porte à la connaissance du personnel les règlements, notices, consignes et instructions diverses, relatifs à la sécurité de l'exploitation,
- prévient les risques d'accident par la sensibilisation du personnel aux situations dangereuses et aux risques identifiés sur le réseau par la mise en place d'un dispositif de retour d'expérience (REX),

**BP n°70 : Un entraînement spécifique avec mise en situations de conditions dégradées peut être mis en place dans le cadre de la formation du personnel de conduite d'une locomotive à vapeur.**

- met en place un suivi individuel
- définit selon un échancier adapté, des paliers de progression des responsabilités jusqu'à l'autonomie de l'agent,
- habilite le personnel à l'exercice de ses fonctions et atteste ses qualifications.

**RECOM n°27 : Le responsable d'exploitation ou le référent sécurité devra exercer une veille continue afin de s'assurer que le savoir faire des agents de conduite est en rapport avec les exigences de sécurité attendues.**

**RECOM n°28 : L'habilitation des agents dont l'activité est occasionnelle doit faire l'objet d'un suivi particulier de la part du responsable de l'exploitation.**

## 9 - Gestion du retour d'expérience des incidents d'exploitation

On recense bon nombre d'incidents sur des locomotives à vapeurs en France et à l'étranger depuis le début de leur exploitation.

Quelques-uns de ces incidents ont eu des conséquences dramatiques. Chaque incident, qu'il survienne au sein de l'exploitation ou chez un autre exploitant, doit faire l'objet d'analyses et de réflexions pour éviter de reproduire certaines erreurs.

Le chapitre 5 « Risques potentiels liés à l'exploitation vapeur » aborde quelques pistes de réflexions et les recommandations et les bonnes pratiques du présent guide découlent généralement du retour d'expérience des incidents recensés.

## 10 - Bien démarrer une nouvelle exploitation vapeur

Ce chapitre a pour but de dresser, de manière non exhaustive, les principaux points qu'il faut aborder avant de se lancer dans l'exploitation d'une locomotive à vapeur en vue d'une exploitation touristique.

L'exploitation d'une locomotive à vapeur requiert une organisation adaptée : équipe compétente, programmation, financeurs, réseau et matériel adaptés...

### 10.1 - L'acquisition

La décision d'acquérir une locomotive à vapeur ne doit pas être dictée par la bonne opportunité ou le bon prix. Il faut, si possible, que les caractéristiques de la locomotive soient adaptées aux conditions d'exploitation et faire les compromis nécessaires afin qu'elle réponde au mieux aux exigences qui en découlent.

La masse à l'essieu, la taille des roues, le nombre de roues, la puissance développée ... seront à prendre en compte pour que la locomotive réponde aux différents critères liés à l'exploitation, tels que :

- le profil, la longueur de la ligne,
- le nombre et le type de véhicules prévus pour les rames (masse totale remorquée),
- la vitesse pratiquée,
- la fréquence d'exploitation.

Toute chaudière de locomotive à vapeur conforme à la directive 97/23/CE ou à la directive 2014/68/CE doit répondre à des dispositions dont les principales sont résumées ci-après :

- Conformité aux exigences essentielles de la directive prononcée par un organisme notifié et portant sur la conception, la fabrication et les contrôles de l'équipement, cette conformité étant évaluée selon plusieurs voies prenant en compte, en particulier, l'existence ou non d'un système d'assurance de la qualité.
- Déclaration de conformité CE, établie par le fabricant, et jointe à l'équipement.
- Marquage CE de l'équipement, associé à l'identification du fabricant et au numéro de l'organisme notifié ainsi que les limites de fonctionnement de l'équipement.
- L'équipement doit être livré accompagné de la notice d'instructions et, sur demande spécifique du client, avec la documentation technique utilisée pour l'évaluation de conformité.

**RECOM n°29 : Une chaudière de locomotive à vapeur doit être déclarée auprès des services de la préfecture de région (DREAL) (cf § 3.1).**

Pour les chaudières antérieures aux directives sus-nommées, la documentation technique n'est pas toujours disponible. Dans ce cas, il convient de se rapprocher des dossiers techniques de locomotives de même type.

**BP n°71 : Recueillir la documentation technique d'une locomotive à vapeur est essentiel pour effectuer les opérations de maintenance et de réparation.**

## 10.2 - Aménagements et équipement

L'exploitation des locomotives à vapeur nécessite d'avoir à disposition des outils spécifiques pour réaliser des opérations de maintenance ou de remise en état.

**BP n°72 : Pour démarrer une exploitation de locomotive à vapeur, il faudra se constituer un lot d'outillage spécifique pour les opérations courantes qu'il sera difficile de sous-traiter.**

Certains équipements pourront selon les cas, être nécessaires pour exploiter une locomotive à vapeur en sécurité :

- Pont tournant

Selon le type de locomotive ou voies déviées pour les remises en tête (commun quel que soit le mode de traction).

- Fosses

Il est fréquent pour les opérations de maintenance ou pour le dépannage d'une locomotive à vapeur, de devoir travailler sous la machine. La présence d'une fosse ou d'un moyen de sur-élévation est donc fortement recommandée.

- Atelier (dépôt) couvert

Il est recommandé de disposer d'un atelier (dépôt) couvert, équipé d'outillages communs et spécifiques (cf § 7.9) nécessaires aux opérations d'entretien courant et de maintenance des locomotives à vapeur.

- Pièces de rechange

Il est recommandé de constituer un « magasin » de pièces de rechange pour pallier aux avaries les plus fréquentes et de pièces d'usure : joints, fluides, bouchons fusibles.

Il est recommandé de bien définir l'emplacement des pièces afin que le personnel soit en mesure de les trouver si besoin.

- Grue à eau et grue à charbon

En fonction du gabarit des locomotives, la mécanisation pour l'avitaillement est fortement conseillée.

- Zones de stockage

Prévoir des zones appropriées pour le stockage du charbon (dalle béton) et des cendres.

- Locomotive d'appoint

Il est fortement recommandé de disposer d'une locomotive d'appoint qui permettra de pouvoir « renoncer » à une circulation vapeur en cas de doute sur un élément de sécurité, tout en maintenant la circulation. Cette machine permettra également de procéder à un secours en ligne, le cas échéant.

**BP n°73 : Disposer d'un atelier (dépôt) couvert autant que possible muni d'une fosse et d'une locomotive d'appoint sont des prérequis pour exploiter la traction vapeur.**

### 10.3 - Le personnel et la formation du personnel

Voir le RTCFT chap 6. Exploitation / Description des fonctions de sécurité du personnel d'exploitation.

#### Le personnel :

L'exploitation de la vapeur demande de constituer des équipes, dont le nombre, la compétence et la disponibilité des personnels devront être adaptés aux contraintes qui découlent de la fréquence des circulations et des opérations de préparation, de conduite, d'entretien et de remisage d'une locomotive à vapeur.

#### La formation :

- a) La conduite : une locomotive à vapeur demande de l'expérience et des compétences multiples :
- Le mécanicien doit avant tout être habilité chauffeur avant de pouvoir se former pour la conduite.
  - Le chauffeur, avant d'être habilité, doit effectuer de nombreuses circulations pour maîtriser l'art de la chauffe.

- b) L'entretien et la maintenance : Pour exploiter une locomotive à vapeur, il faut constituer une équipe de techniciens dont les connaissances devront être complémentaires.

La formation, tant pour les personnels de conduite que pour les techniciens en atelier est très longue et demande beaucoup de pratique. Le compagnonnage est la règle et il est fréquent de devoir se rendre sur d'autres exploitations pour parfaire sa formation.

**BP n°74 : Les échanges de personnels entre exploitations vapeur sont d'un grand apport pour parfaire les formations.**

## 11 - Thermodynamique

Pour bien comprendre le processus de formation de la vapeur et son utilisation dans une locomotive à vapeur, le présent chapitre dresse quelques notions de thermodynamique qu'il est bon de connaître.

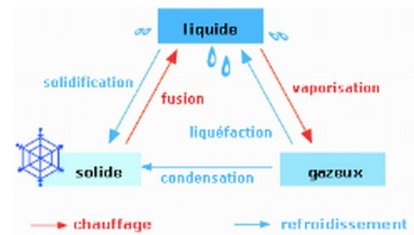
Ce chapitre est fortement inspiré du document « Au cœur de la vapeur » élaboré par M. Claude-Alain PITTET du CF du Blonay-Chamby (Suisse).



## 11.1 - Les différents états de l'eau

La quantité d'énergie nécessaire au changement d'état de liquide à gazeux s'appelle « chaleur de vaporisation ».

A une pression donnée, chaque changement d'état s'accompagne d'une variation de volume.



## 11.2 - Conséquence du changement d'état

La vapeur d'eau obtenue en chauffant l'eau est un gaz dont les propriétés de compression et d'expansion seront nécessaires pour le fonctionnement des locomotives.

Les propriétés physiques de la vapeur obtenue sont caractérisées par des grandeurs de pression, température, chaleur, volume massique ou encore masse volumique et sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Pression effective	Température d'ébullition	Chaleur sensible (h <sub>f</sub> )		Chaleur latente ou de vaporisation (h <sub>fg</sub> )		Chaleur totale ou enthalpie (h <sub>g</sub> )		Volume massique (V)	Masse volumique (ρ)
		kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg		
Bar	°C							m <sup>3</sup> /kg	kg/ m <sup>3</sup>
0	100,00	100,10	419,04	539,17	2257,0	639,27	2676,0	1,673	0,5977
1	120,42	120,78	505,6	525,82	2201,1	646,60	2706,7	0,881	1,1350
2	133,69	134,30	562,2	516,79	2163,3	651,09	2725,5	0,603	1,6583
3	143,75	144,60	605,3	509,65	2133,4	654,25	2738,7	0,461	2,1691
4	151,96	153,05	640,7	503,60	2108,1	656,66	2748,8	0,374	2,6737
5	158,92	160,27	670,9	498,32	2086,0	658,60	2756,9	0,315	3,1746
6	165,04	166,62	697,5	493,54	2066,0	660,17	2763,5	0,272	3,6764
7	170,50	172,33	721,4	489,17	2047,7	661,51	2769,1	0,240	4,1666
8	175,43	177,52	743,1	485,16	2030,9	662,68	2774,0	0,215	4,6511
9	179,97	182,27	763,0	481,39	2015,1	663,66	2778,1	0,194	5,1546
10	184,13	186,71	781,6	477,80	2000,1	664,52	2781,7	0,177	5,6497
11	188,02	190,82	798,8	474,43	1986,0	665,26	2784,8	0,163	6,1349
12	191,68	194,72	815,1	471,21	1972,5	665,93	2787,6	0,151	6,6225
13	195,10	198,37	830,4	468,13	1959,6	666,50	2790,0	0,141	7,0921
14	198,35	201,88	845,1	465,14	1947,1	667,03	2792,2	0,132	7,5757
15	201,45	205,20	859,0	462,25	1935,0	667,46	2794,0	0,124	8,0645
16	204,38	208,38	872,3	459,48	1923,4	667,86	2795,7	0,117	8,5470
17	207,17	211,41	885,0	456,78	1912,1	668,20	2797,1	0,110	9,0909
18	209,90	214,33	897,2	454,20	1901,3	668,53	2798,5	0,105	9,5238
19	212,47	217,15	909,0	451,62	1890,5	668,77	2799,5	0,100	10,0000
20	214,96	219,85	920,3	449,16	1880,2	669,01	2800,5	0,0949	10,5374

## 11.3 - La vapeur

### 11.3.1 - La vapeur saturée

Tant que la vapeur est en contact avec l'eau qui la produit, elle est dite saturée et sa température est toujours la même pour une même valeur de pression. Le titre permet d'exprimer le taux d'humidité de la vapeur saturée. Plus la vapeur saturée sera humide, moins elle sera intéressante d'un point de vue énergétique.

Par définition, le titre 1 correspond à la vapeur saturée sèche.

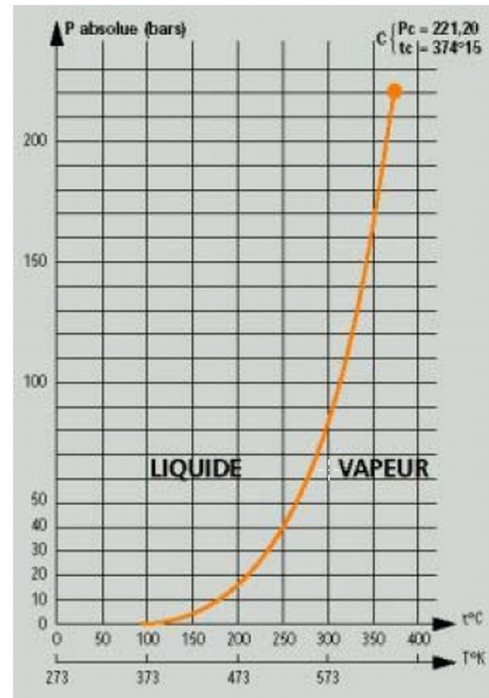
C'est une des fonctions du dôme d'être le point de prélèvement de la vapeur saturée dont le titre est proche de 1. Sa température sera de 190 ° C à 12 bars.

La relation pression/température :

La température de la vapeur varie lorsque la pression varie. Cette relation pression / température de la vapeur saturée est rigoureuse et précise.

Une baisse de pression entraîne sans délai une baisse de la température et inversement. Le temps de réponse est immédiat.

L'ensemble des points, représentant des pressions et des températures de saturation associées (ex : 10 bar (eff) / 184,13°C), forment la courbe de la vapeur saturée.



Courbe de la vaporisation de l'eau

### 11.3.2 - La vapeur surchauffée

Elle est obtenue à partir de vapeur saturée plus ou moins sèche que l'on chauffe dans un corps de chauffe qui n'est pas en contact avec l'eau de la chaudière (surchauffeurs cf § 4.1.3). Cette vapeur ne peut pas contenir de gouttelettes d'eau, son titre est de 1.

L'avantage de cette vapeur, c'est qu'elle pourra rencontrer des parois froides sans se condenser tant que sa température sera supérieure à celle de la vapeur saturée à la même pression.

Le rendement sera donc considérablement amélioré et la consommation de combustible et d'eau sera réduite.

A titre d'exemple :

surchauffe de la vapeur à :	250°	300°	400°
économie d'eau :	25 %	35 %	45 %
économie en charbon :	6 %	12 %	21 %

par rapport à une locomotive à vapeur sèche et pour la même pression.

## 12 - Références documentaires

### 12.1 - Pour l'élaboration du guide

La synthèse des comptes-rendus des visites effectuées par le consultant technique de l'étude a servi de base à l'élaboration du guide.

Ce guide a été élaboré en s'inspirant de documents reproduits avec l'aimable autorisation des exploitants des réseaux [référents vapeur](#) et des [exploitants ayant dispensé la formation](#) aux agents du STRMTG.

Des références à ces documents peuvent être citées dans le présent guide.

Certains chapitres sont inspirés de sites internet.

### 12.2 - Pour les exploitants de locomotives à vapeur

Hormis la documentation propre à chaque locomotive à vapeur, on trouve aisément et en abondance de la documentation relative à l'exploitation vapeur sur Internet. Voir par exemple le site suivant :

- **Grenier Ferroviaire Spoorse Zolder** qui concentre de nombreux liens dont certains se rapportent aux locomotives à vapeur.

L'annexe 1 du présent guide regroupe des documents ou extraits de documents, issus des réseaux visités dans le cadre de l'étude vapeur.

Ils pourront servir de modèles pour constituer ou améliorer les documents d'exploitation des réseaux vapeur.

## 13 - Récapitulatif des recommandations et des bonnes pratiques

### 13.1 - Recommandations :

RECOM n°1 : La partie supérieure du foyer ne doit jamais être à découvert d'eau quelles que soient les conditions d'exploitation (profil de la ligne). Risque d'explosion !

RECOM n°2 : Avant mise en service d'un appareil à pression les deux systèmes d'alimentation en eau doivent être en service (sauf dans le cadre d'essai après réparation ou maintenance).

RECOM n°3 : Le bon fonctionnement des soupapes de sécurité doit être testé régulièrement et tracé dans les documents d'exploitation.

RECOM n°4 : le niveau d'eau minimum dans la chaudière doit être surveillé au moyen des indicateurs présents en cabine. Ceux-ci doivent être maintenus parfaitement lisibles.

RECOM n°5 : Veiller à un graissage régulier et minutieux du mouvement avant et pendant la marche, ainsi qu'à l'intégrité et la bonne fixation des pièces de liaison.

RECOM n°6 : Le personnel de conduite doit porter une tenue adaptée telle que : habits à longues manches et en coton, gants, lunettes, foulard, casquette, chaussures de sécurité.

RECOM n°7 : Pour éviter toute gêne au personnel de conduite, l'exploitant doit déterminer le nombre de personnes étrangères au service de la machine, admises en cabine et leurs conditions d'accès, tenue vestimentaire notamment, pour assurer leur sécurité.

RECOM n°8 : Consulter tous les registres relatifs à la locomotive avant d'en programmer la circulation publique ; ne pas hésiter à lui substituer un autre moyen de traction en cas d'avarie même mineure susceptible de dégrader la sécurité.

RECOM n°9 : La présence d'eau au niveau des tubes à fumées implique une recherche de fuite et si un tube percé est découvert, la locomotive doit être mise hors service. *(ne pas confondre fuite et condensation à l'allumage de la locomotive).*

RECOM n°10 : Analyser l'eau utilisée et en fonction des résultats, pratiquer un traitement et un procès de maintenance adapté.

RECOM n°11 : Rappel, il est interdit de manquer d'eau, lors d'une circulation.

RECOM n°12 : En stationnement, le régulateur doit être fermé, la marche doit être au point mort, les purgeurs ouverts et le frein serrez.

RECOM n°13 : Le chauffeur doit savoir stopper le train et doit savoir mettre la locomotive en sécurité.

RECOM n°14 : Lors de freinages, appuyés et prolongés, particulièrement en pente, l'eau est chassée à l'avant de la locomotive et le ciel de foyer peut être découvert.

Il convient, dans cette configuration, de ne pas activer le feu et de laisser le souffleur fermé.

RECOM n°15 : Les indicateurs de niveau d'eau doivent être régulièrement purgés et contrôlés à l'aide des robinets de jauge.

RECOM n°16 : Tout faire pour éviter un arrêt dans un tunnel.

RECOM n°17 : Effectuer au moins une extraction par journée d'exploitation afin d'évacuer les boues accumulées (cas où la vanne est commandée de l'extérieur).

RECOM n°18 : Le personnel de conduite doit savoir réagir à toutes les situations en cas d'avarie.

RECOM n°19 : La formation du personnel de conduite doit prendre en compte la gestion des situations dégradées.

RECOM n°20 : Il est interdit de manœuvrer une locomotive encore en pression dont on a jeté le feu.

RECOM n°21 : Cette avarie entraîne un contrôle de la chaudière par du personnel compétent avant d'être remise sous pression.

RECOM n°22 : Consigner toute opération relative à la chaudière et ses organes de sécurité dans le registre correspondant.

RECOM n°23 : Il est possible de circuler avec plusieurs tubes à fumées bouchés, cependant, il est recommandé de réparer au plus vite ou de procéder à des investigations pour éviter tout incident grave.

RECOM n°24 : Toute opération de réparation ou de maintenance devra être consignée dans un registre de maintenance.

RECOM n°25 : Pratiquer un lavage de chaudière au moins une fois par an.

RECOM n°26 : L'échéance réglementaire pour l'inspection de la chaudière par un organisme agréé ne doit en aucun cas être dépassée.

RECOM n°27 : Le responsable d'exploitation ou le référent sécurité devra exercer une veille continue afin de s'assurer que le savoir faire des agents de conduite est en rapport avec les exigences de sécurité attendues.

RECOM n°28 : L'habilitation des agents dont l'activité est occasionnelle doit faire l'objet d'un suivi particulier de la part du responsable de l'exploitation.

RECOM n°29 : Une chaudière de locomotive à vapeur doit être déclarée auprès des services de la préfecture de région (DREAL) (cf § 3.1).

## 13.2 - Bonnes pratiques :

BP n°1 : Il est fortement conseillé d'équiper le foyer d'un ou deux bouchons fusibles.

BP n°2 : Il appartient à chaque exploitant de vérifier périodiquement l'intégrité des tubes à fumées et de définir éventuellement un cycle de remplacement.

BP n°3 : Avant chaque journée d'exploitation, vérifier l'étanchéité du cendrier et ces déformations.

BP n°4 : Avant chaque journée d'exploitation, vérifier l'état du pare-escarbilles.

BP n°5 : Si l'injection d'eau dans la chaudière est nécessaire, prendre des dispositions vis-à-vis du public.

BP n°6 : Porter une attention particulière lors des départs avec les purgeurs de cylindres ouverts.

BP n°7 : exploiter une locomotive à vapeur autant que possible en respectant l'usage pour lequel elle a été conçue. Inversement, adapter et renforcer les vérifications spécifiques lorsque son utilisation ne correspond pas à l'usage prévu.

BP n°8 : Pour limiter la corrosion et l'usure des constituants, il convient de réaliser un nettoyage minutieux de tous les restes de la précédente chauffe, dans le délai le plus proche de l'arrêt de la machine.

BP n°9 : Connaître le fonctionnement et la maintenance des boîtes à huile : effectuer des purges régulières.

BP n°10 : Il est préférable d'effectuer le moins de distance possible machine froide embiellée.

BP n°11 : Disposer d'un locotracteur ou une autre vapeur pour pouvoir effectuer des manœuvres si besoin.

BP n°12 : Une bonne répartition du feu dans le foyer et une montée en pression lente permet une dilatation homogène de la chaudière.

BP n°13 : Effectuer un graissage complet des éléments en mouvement.

Lors de circulation tender en avant, vérifier que la vitesse imposée par le gestionnaire d'infrastructure est compatible avec le dispositif de graissage à vitesse lente. Pour les machines dite « de ligne » une vitesse inférieure à 30 km/h peut être dommageable aux graisseurs de mouvements.

BP n°14 : Autant que possible, positionner les bielles de façon à accéder à tous les points de graissage, sinon ne pas hésiter à déplacer légèrement la locomotive.

BP n°15 : Noter tous les points de graissage ainsi que le type de graisse ou d'huile qui s'y rapporte et adopter une « routine » de façon à n'en rater aucun.

BP n°16 : Selon la taille de la locomotive, la mécanisation de l'avitaillement peut être très utile, notamment pour les machines à grand gabarit (grue pour le charbon, pompe à eau). A défaut, un quai haut peut considérablement atténuer les efforts.

BP n°17 : Un adoucisseur d'eau permet de limiter l'agressivité de l'eau.

BP n°18 : Il est conseillé de ne pas remplir la chaudière à son maximum pour garder une marge permettant, si besoin, de faire baisser la pression de vapeur en injectant de l'eau.

BP n°19 : A chaque ravitaillement en eau, il convient de remplir les bacs à leur capacité maximum.

BP n°20 : Stocker le charbon de préférence sur une dalle béton pour éviter qu'il se mélange à de la terre. Pour améliorer la tenue au feu, il est possible de mouiller le charbon par aspersion.

BP n°21 : Si la rame est constituée avec des voitures découvertes, il conviendra d'avertir les passagers des désagréments possibles liés au dégagement de fumées et à la projection d'escarbilles.

BP n°22 : Préparer le personnel d'exploitation à gérer le public.

BP n°23 : Avant d'engager une circulation vapeur publique, le personnel de conduite doit bien connaître sa machine et la ligne.

BP n°24 : Procéder régulièrement à l'extraction des boues accumulées dans la chaudière ; choisir un endroit approprié sans personne autour, l'opération d'extraction pouvant comporter des risques dus au jet d'eau vaporisée.

BP n°25 : Tester régulièrement les soupapes de sécurité (de préférence à l'arrêt) en fonction de la fréquence des circulations.

BP n°26 : L'entretien et la vérification de l'indicateur de niveau d'eau à vision directe doivent être effectués régulièrement.

BP n°27 : Pour limiter la condensation dans les distributeurs et cylindres, notamment au premier démarrage, il est bon de les réchauffer en ouvrant légèrement le régulateur (marche à zéro et purgeurs ouverts) frein serré.

BP n°28 : Au départ, vérifier que les purgeurs de cylindres sont ouverts afin d'évacuer l'eau de condensation.

BP n°29 : Au démarrage, la préparation de la locomotive doit permettre de ne pas injecter, de ne pas ouvrir la porte du foyer et de ne pas utiliser le souffleur. La chaudière ne doit pas être trop remplie pour éviter que de l'eau ne soit aspirée dans les cylindres.

BP n°30 : La conduite vapeur implique de savoir anticiper les opérations.

BP n°31 : Pour limiter les inconvénients liés à une marche à régulateur fermé, placer le volant ou levier de marche à fond de course. Lorsque le mécanicien ferme le régulateur, il avertit le chauffeur si la porte du foyer est ouverte ou s'il a l'intention de l'ouvrir, afin de lui éviter un retour de flamme.

BP n°32 : Avant de mettre [du charbon] au feu, le chauffeur doit préparer sa charge et observer le feu : casser les gros morceaux de charbons, le mouiller éventuellement, observer la couleur des fumées, repérer les zones où le feu est le plus vif.

BP n°33 : Charger régulièrement le combustible par petite quantité.

BP n°34 : Ne jamais fermer les deux clapets du cendrier lorsque le feu est fort afin d'éviter une déformation du cendrier et inversement pour éviter tout refroidissement brusque par un apport d'air trop important dans le foyer.

BP n°35 : En règle générale, lorsque la locomotive est en marche arrière, il est préférable de tenir le clapet avant du cendrier fermé, afin d'éviter l'accès direct d'air froid contre la plaque tubulaire, ce qui pourrait endommager les tubes.

BP n°36 : Pour injecter de l'eau dans la chaudière, s'assurer que la porte du foyer est fermée ; injecter l'eau par petites quantités pour éviter les chocs thermiques.

BP n°37 : Vérifier le niveau de l'eau en pallier avant d'engager une rampe ou une pente car la lecture du niveau s'en trouve erronée (d'où l'importance de connaître la ligne).

BP n°38 : Attention, le niveau d'eau paraît plus élevé régulateur ouvert. Il convient d'être vigilant lorsque le niveau est bas.

BP n°39 : La chaudière ne doit pas être trop remplie pour éviter un entraînement d'eau dans les cylindres (Voir primage cf § 6.8.).

BP n°40 : Avant d'engager la rame en tunnel :

- alimenter suffisamment le feu pour éviter de devoir ouvrir la porte du foyer - adapter le niveau d'eau pour éviter de devoir injecter - d'une manière générale, anticiper toutes opérations pour éviter de les réaliser en tunnel - avoir une lampe de bord de réserve à disposition de l'équipe de conduite.

BP n°41 : Réaliser en tant que de besoin des opérations d'extractions pendant la marche (si locomotive équipée).

BP n°42 : Rester vigilant face au risque de départ de feu.

BP n°43 : En milieu urbain, le personnel de conduite veillera si possible à limiter les émissions de fumées en évitant d'activer le feu.

BP n°44 : Ouvrir légèrement le souffleur permet de dissiper plus rapidement les fumées.

BP n°45 : Veiller à ne pas stationner la locomotive encore chaude à proximité de matières facilement inflammables.

BP n°46 : Disposer d'une fosse à piquer et prévoir un lieu de stockage des cendres et un processus d'évacuation.

BP n°47 : Pour améliorer le rendement et garantir un bon entretien, les tubes à fumées peuvent être ramonés et/ou soufflés à la fin d'une journée d'exploitation.

BP n°48 : La formation du personnel de conduite peut être basée sur le retour d'expérience (REX) des exploitants de locomotives à vapeur en France et à l'étranger.

BP n°49 : Il est conseillé d'avoir des pièces de rechange à disposition immédiate.

BP n°50 : Ne pas remplir la chaudière à son maximum pour réduire les risques de primage.

BP n°51 : Disposer d'un stock de pièces de rechange peut permettre de gérer les avaries plus ou moins importantes et ainsi améliorer la sécurité.

BP n°52 : Il est conseillé de disposer de bouchons de tubes à fumée correspondants pour isoler un tube, en cas de fuites.

Le bouchage de tubes n'empêche pas le fonctionnement d'une locomotive.

BP n°53 : Le stock de pièces de rechange étant lié aux capacités financières de l'exploitation, il peut être constitué selon le rapport coût / occurrence de panne.

BP n°54 : La documentation technique propre à chaque locomotive doit être disponible dans un lieu défini et connu par le personnel habilité.

BP n°55 : Procéder régulièrement à des lavages de chaudière (machine froide), a minima une fois par an.

Les lavages de chaudière seront plus fréquents si la locomotive n'est pas équipée de vanne d'extraction et si le traitement et le mode d'exploitation est mal adapté.

BP n°56 : Il est important de bien hiérarchiser les opérations d'entretien.

BP n°57 : La repose ou la remise en état de pièces de sécurité feront autant que possible l'objet de contrôles effectués par un technicien qui n'a pas pris part à l'opération.

BP n°58 : En cas d'intervention dans le foyer, la porte devra être démontée ou entravée : il convient de prévenir une autre personne.

BP n°59 : Les sommiers ne doivent pas buter contre les parois du foyer.

BP n°60 : Après une grosse réparation ou une maintenance conséquente, ou après dés-hivernage, il est conseillé d'effectuer une marche d'essai qui sera consignée dans le registre de maintenance.

BP n°61 : Programmer une maintenance préventive adaptée des pièces d'usure dont l'avarie est susceptible de provoquer un incident grave.

BP n°62 : Le partage d'expériences entre exploitants (plate-forme d'échange / logiciels ...) peut contribuer à améliorer le niveau de sécurité des exploitations.



BP n°63 : Afficher la date de l'échéance réglementaire (imposée ou choisie), de l'inspection périodique de la chaudière, permet de ne pas l'oublier.

BP n°64 : La programmation des inspections périodiques réglementaires de la chaudière par un organisme agréé peut être l'occasion de réaliser des travaux conséquents sur la locomotive.

BP n°65 : Si la locomotive reste statique mettre la machine sur chandelles ou effectuer une rotation des roues régulièrement peut éviter leur déformation.

BP n°66 : Lors du ré-équipement, contrôler mutuellement le travail de l'autre.

BP n°67 : Il convient de consigner toutes les opérations effectuées pour l'hivernage ainsi que toutes les opérations effectuées pour la remise en ordre de marche et de les comparer de façon à ne rien oublier.

BP n°68 : Il est possible de remplir la chaudière avec de l'air comprimé et de faire un test d'étanchéité.

BP n°69 : Lorsqu'un exploitant n'a pas toutes les compétences pour réaliser des opérations de maintenance/réparation, il convient de tout mettre en œuvre pour bien maîtriser la sous-traitance.

BP n°70 : Un entraînement spécifique avec mise en situations de conditions dégradées peut être mis en place dans le cadre de la formation du personnel de conduite d'une locomotive à vapeur.

BP n°71 : Recueillir la documentation technique d'une locomotive à vapeur est essentiel pour effectuer les opérations de maintenance et de réparation.

BP n°72 : Pour démarrer une exploitation de locomotive à vapeur, il faudra se constituer un lot d'outillage spécifique pour les opérations courantes qu'il sera difficile de sous-traiter.

BP n°73 : Disposer d'un atelier (dépôt) couvert autant que possible muni d'une fosse et d'une locomotive d'appoint sont des prérequis pour exploiter la traction vapeur.

BP n°74 : Les échanges de personnels entre exploitations vapeur sont d'un grand apport pour parfaire les formations.

## 14 - Origine des schémas et photos

Schéma n° 1	CITEV
Schéma n° 2	Manuel du débutant
Schéma n° 3	
Schéma n° 4	
Photo n° 5	CFT du Vermandois
Photo n° 6	
Schéma n° 7	Règlement Suisse R434.2
Schéma n° 8	Lexique Voisin
Schéma n° 9	
Schéma n° 10	Manuel du débutant
Schéma n° 11	
Schéma n° 12	La locomotive – description raisonnée de ses organes » de U Lamalle et F Le Gein
Schéma n° 13	
Schéma n° 14	CFT du Vermandois
Schéma n° 15	
Schéma n° 16	La locomotive – description raisonnée de ses organes » de U Lamalle et F Le Gein

*Nota : les schémas et les photos sont issus de documents internet libres de droit ou ont été reproduits avec l'aimable autorisation de leurs auteurs.*

## 15 - Annexe : documents recensés

Documents mis à disposition par le du Chemin de Fer-Musée Blonay-Chamby (Suisse)

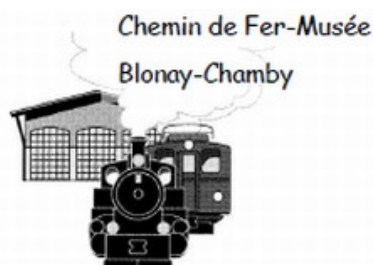
### 15.1 - Entretien journalier de la locomotive à vapeur

TRACTION VAPEUR

ENTRETIEN JOURNALIER

LOCOMOTIVES A VAPEUR

L'entretien journalier s'effectue selon la liste ci-dessous



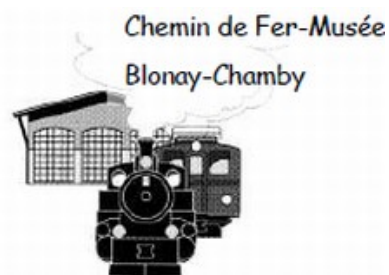
<b>1. Chaudière</b>
1.1 Etanchéité (tubes, vannes, bouchons)
1.2 Injecteurs
1.3 Soupapes de sûreté
<b>2. Châssis</b>
2.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)
2.2 Fixations des tampons et attelage
<b>3. Train de roulement et embiellage</b>
3.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)
3.2 Contrôle visuel des essieux et bandages
3.3 Graissage et lubrification des différents organes (essieux, embiellage, suspension)
<b>4. Système de freinage</b>
4.1 Contrôle visuel des éléments de fixations (vis, écrous et goupilles)
4.2 Contrôle visuel des semelles de frein et contrôle du réglage
<b>5. Essai de la locomotive en fonctionnement</b>
5.1 Frein, production de vide ou air
5.2 Essai d'étanchéité
5.3 Essai d'efficacité
5.4 Régulateur
5.5 Sifflet
<b>6. Nettoyage</b>

## 15.2 - Liste de contrôle pour remise en service annuelle

### TRACTION VAPEUR

#### LISTE DE CONTROLE POUR REMISE EN SERVICE APRES GRAND ENTRETIEN HIVERNAL

L'inspection de la locomotive se fait durant la remise en pression et lors de la course d'essai.  
Explication des points de contrôle sur liste séparée.



Locomotive : \_\_\_\_\_

<b>1. Chaudière</b>	OK <input checked="" type="checkbox"/>	Date/visa
1.1 Etanchéité (tubes, vannes, bouchons)	<input type="checkbox"/>	
1.2 Injecteurs	<input type="checkbox"/>	
1.3 Soupapes de sûreté	<input type="checkbox"/>	

<b>2. Châssis</b>	OK <input checked="" type="checkbox"/>	Date/visa
2.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)	<input type="checkbox"/>	
2.2 Fixations des tampons et attelage	<input type="checkbox"/>	

<b>3. Train de roulement et embiellage</b>	OK <input checked="" type="checkbox"/>	Date/visa
3.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)	<input type="checkbox"/>	
3.2 Contrôle visuel des essieux et bandages	<input type="checkbox"/>	

<b>4. Système de freinage</b>	OK <input checked="" type="checkbox"/>	Date/visa
4.1 Contrôle visuel des éléments de fixations (vis, écrous et goupilles)	<input type="checkbox"/>	
4.2 Contrôle visuel des semelles de frein	<input type="checkbox"/>	
4.3 Contrôle du réglage	<input type="checkbox"/>	

<b>5. Essai de la locomotive en fonctionnement</b>	OK <input checked="" type="checkbox"/>	Date/visa
5.1 Frein, production de vide ou air	<input type="checkbox"/>	
5.2 Essai d'étanchéité	<input type="checkbox"/>	
5.3 Essai d'efficacité	<input type="checkbox"/>	
5.4 Régulateur	<input type="checkbox"/>	
5.5 Sifflet	<input type="checkbox"/>	
5.6 Course d'essai	<input type="checkbox"/>	

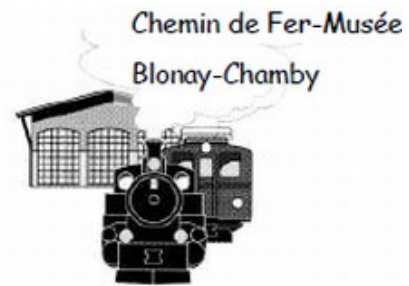
Personne en charge de la remise en service : \_\_\_\_\_

Date et visa du responsable OK pour remise en exploitation : date \_\_\_\_\_ / visa \_\_\_\_\_

## 15.3 - Liste de contrôle pour remise en service annuelle (explication)

### TRACTION VAPEUR

#### LISTE CONTROLE POUR REMISE EN SERVICE APRES GRAND ENTRETIEN HIVERNAL



#### Liste explicative des points de contrôle

##### 1. Chaudière

La chaudière est pleine et prête à être allumée, tous les bouchons sont en place et serrés, la trappe du cendrier est en place.  
Les contrôles se font en pression.

##### 1.1 Etanchéité (tubes, vannes, bouchons)

Contrôle de l'étanchéité sous pression

##### 1.2 Injecteurs

Contrôle du fonctionnement des injecteurs. Injection sans perte d'eau par le trop-plein.  
Contrôle de l'étanchéité des clapets anti-retour des introductions.

##### 1.3 Soupapes de sûreté

Contrôle du point de levée des soupapes et réglage si nécessaire

##### 2. Châssis

Contrôle sur fosse de visite de la partie basse de la machine

##### 2.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)

Le contrôle se fait de manière visuelle le plus en détails possible. En cas de doute, l'emploi d'un outil de serrage permet de certifier l'élément. Attention aux goupilles manquantes, y remédier de suite.

##### 2.2 Fixations des tampons et attelage

Idem que pt 2.1, contrôle de la fixation depuis l'intérieur du châssis

### 3. Train de roulement et embiellage

Contrôle sur fosse de visite de la partie basse de la machine

#### 3.1 Contrôle visuel des éléments de fixation (vis, écrous et goupilles)

Le contrôle se fait de manière visuel le plus en détails possible. En cas de doute, l'emploi d'un outil de serrage permet de certifier l'élément. Attention aux goupilles manquantes, y remédier de suite.

#### 3.2 Contrôle visuel des essieux et bandages

Contrôle de l'état des bandages, des axe d'essieux, éventuelles amorces de rupture à l'emmanchement de l'axe dans le corps de roue

### 4. Système de freinage

Contrôle sur fosse de visite du système de freinage, timonerie et sabots de frein, etc...

#### 4.1 Contrôle visuel des éléments de fixations (vis, écrous et goupilles)

Le contrôle se fait de manière visuel le plus en détails possible. En cas de doute, l'emploi d'un outil de serrage permet de certifier l'élément. Attention aux goupilles manquantes, y remédier de suite.

#### 4.2 Contrôle visuel des semelles de frein

Contrôle des semelles de frein, porte-semelles et clavette de retenue.

#### 4.3 Contrôle du réglage

Contrôler le nombre de tours de vis du frein à main selon plaquette signalétique.  
Contrôler également le mécanisme de commande du frein à main.

## 5. Essai de la locomotive en fonctionnement

Le contrôle se fait en procédant à la mise en route de la machine et lors d'une course d'essai (au minimum Chaulin-Chamby « haut-le pied » mais de préférence Chaulin-Viaduc avec charge remorquée).

Il faut être attentif à toutes anomalies et y remédier de suite.

### 5.1 Frein, production de vide ou air

Contrôle de fonctionnement de l'éjecteur ou de la pompe à air.

Vide : équilibrage du réservoir et de la conduite à 52cmHg

Air : réservoir à 8 bar et conduite à 5 bar

### 5.2 Essai d'étanchéité

Contrôle de l'étanchéité lors de l'arrêt de l'éjecteur ou de la pompe à air. La pression de doit pas baisser de manière significative.

Pour le vide, il faut effectuer les 2 essais : contrôle avec frein lâché (CG et réservoir) et avec frein serré (Réservoir).

### 5.3 Essai d'efficacité

Contrôle d'efficacité du frein lors d'un serrage.

### 5.4 Régulateur

Contrôle de fonctionnement (manipulation) et d'étanchéité.

### 5.5 Sifflet

Contrôle de fonctionnement.

### 5.6 Course d'essai

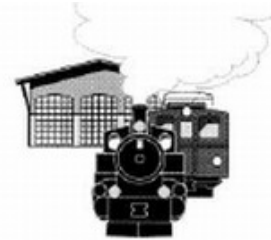
Contrôle de fonctionnement global lors d'une course d'essai (voir pt.5).

Le responsable traction discute des résultats de la procédure avec la personne en charge de la remise en service et autorise ou non l'autorisation de remise en exploitation de la locomotive.

## 15.4 - Hivernage des locomotives à vapeur

### Chemin de fer – Musée Blonay – Chamby

Traction vapeur



### Hivernage des locomotives

BFD 3

Responsable des opérations d'hivernage

- Lavage de chaudière avant la dernière journée en chauffe.  
Date du lavage : \_\_\_\_\_
- Vidange à chaud à pression zéro, ouverture du dôme et/ou des bouchons de visite.  
Date de la vidange : \_\_\_\_\_
- Nettoyage et graissage des bouchons et des orifices.
- Démontage, détartrage et séchage des injecteurs. (sans remontage)
- Démontage du manomètre de la chaudière et des cylindres HP et BP.
- Vidange à l'air comprimé du tube de refroidissement des cylindres HP.
- Vidange à l'air comprimé de la vanne du souffleur et de ses tubes.
- Vidange à l'air comprimé de la nourrice, des tubes vapeur des injecteurs et de l'éjecteur en insufflant de l'air par le raccord du manomètre de chaudière.
- Purge de la condensation contenue dans les tubes de graissage des cylindres HP et BP en ouvrant tous les clapets anti-retour et en tournant la manivelle des deux presses.
- Vidange complète des presses à cylindrine.
- Démontage de l'entraînement de la presse à cylindrine HP.
- Vidange des soutes à eau (ouvrir les deux vannes à carré), en protégeant si nécessaire les bielles à l'aide de tôles.
- Vidange des puits de prise d'eau des injecteurs (les deux bouchons sont à stocker avec les bouchons de chaudière)
- Ouvrir toutes les vannes. (débloquer)
- Vidange des sous-boîtes d'essieux. (ne pas oublier celles du bissel)
- Vidange des graisseurs à condensations des contres-tiges HP.
- Vidange du graisseur à condensation du régulateur auxiliaire.
- Nettoyage du foyer.
- Nettoyage du cendrier.
- Nettoyage de la boîte à fumée.
- Nettoyage des soutes à charbon.
- Nettoyage de la cabine.
- Graissage des bielles HP et BP à la cylindrine.
- Laisser ouverts les couvercles des soutes à eau et à charbon ; entrouvrir le couvercle de la sablière.
- Contrôle général.



## 15.5 - Liste des contrôles pour préparation à l'inspection de chaudière

Liste de contrôle pour préparation à l'inspection de chaudière

LOC BFD3 Inspection 2012-13

Complément à la mise en hivernage

Tâche	Effectué	Par	Date
couvercle du dôme démonté (y.c. soupapes) -> nettoyer et graisser écrous et goujons	<input type="checkbox"/>		
régulateur et coude démonté	<input type="checkbox"/>		
commande du régulateur démontée	<input type="checkbox"/>		
tuyère d'échappement et panier intérieur démontés -> plaque de fermeture sur orifice de la tuyère	<input type="checkbox"/>		
surchauffeur démonté -> têtes et trous du collecteur graissés	<input type="checkbox"/>		
ramonage	<input type="checkbox"/>		
brossage du foyer	<input type="checkbox"/>		
débouchage des entretoises et des tirants	<input type="checkbox"/>		
cendrier aspiré	<input type="checkbox"/>		
cadre du foyer aspiré	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		

Commentaires :

## 15.6 - Formation de chauffeur

Rapport d'instruction <b>ASPIRANT CHAUFFEUR</b>				
Aspirant:	_____			
Instructeur:	_____			
Mécanicien:	_____			
Chauffeur:	_____			
Date:	Tour:	Loc n° _____		
Appréciations: Très Bien, Bien, Suffisant, Insuffisant, Faible			ou: Oui, Non, Pas Vu	
PREPARATION DE LA LOCOMOTIVE	Fait	Pas fait	Appréc.	Rem. n°
Arrive à l'heure de la prise de service				
Equipement personnel (habits à longues manches, gants, bons souliers, etc.)				
Consulte l'affichage				
Connait les contrôles préliminaires				
Nettoyage de la grille				
Sait allumer le feu				
Maîtrise la montée en pression				
Peut procéder à une réparation (détartrage, joint, presse-étoupe, etc.)				
Peut procéder à une réparation importante (mécanique, chaudière, etc.)				
Nettoyage de la locomotive				
Maîtrise la pression pendant la pause de midi (feu d'allumage)				
Est prêt à l'heure convenue				
CIRCULATION				
Connait les principes de la chauffe				
Sait monter un feu de charbon				
Est attentif à la qualité du charbon				
Est prêt à l'heure du départ (ponctualité)				
Sait visuellement estimer le feu				
Qualité du feu pour le parcours demandé				
Modération des nuisances (fumée, bruit, etc.)				
Peut nettoyer un feu sale				
Sait monter un feu de réserve				
Maîtrise la pression pendant la pause de midi (feu de charbon)				
Se préoccupe du niveau des consommables (eau, charbon, etc.)				
Tient la locomotive propre				
Se soucie de la sécurité (personnelle, ferroviaire, des visiteurs, etc.)				
Connait les signaux et les prescriptions				
Participation à la manoeuvre (attelages, man. à Blonay, etc.)				
Reste sur la locomotive pour tous les mouvements				
CAS D'URGENCE				
Niveau d'eau trop bas / trop haut				
Bouchon-fusible fondu				
Coup d'eau				
Fuite à la chaudière (tube, entretoise, couture, etc.)				
FIN DU SERVICE				
Complétage des consommables (eau, charbon, huiles, "pétrole", etc)				
Traitement de l'eau				
Nettoyage de la boîte à fumée				
Nettoyage du cendrier				
Nettoyage de l'extérieur de la locomotive (escarbilles, etc.)				
Protection anti-rouille des bielles				
Nettoyage de la cabine				
Bois d'allumage				
Contrôles finaux				
EN GÉNÉRAL				
Intérêt				
Esprit d'initiative				
Résiste au stress				
Est à l'écoute				
COMPLÉMENTS				
Progression par rapport à la dernière visite de l'instructeur				
Nombre de courses chauffées sur nombre total de courses de la journée				

① Les remarques numérotées (ou un commentaire) seront notées au dos du rapport

© CAP 01.02.06

## Annexe - Élaboration du guide

Conformément au décret n° 2010-1580 du 17 décembre 2010, portant création du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés, le STRMTG est chargé de produire des guides et référentiels.

Le STRMTG a confié au bureau d'études A Dessein, la mission de consultant technique pour réaliser l'étude consistant à recueillir le savoir faire et les pratiques en matière de sécurité d'exploitation vapeur, d'une dizaine d'exploitants de CFT désignés comme « réseaux référents vapeur » et d'analyser les documents qui seraient communiqués par d'autres exploitants sur le même sujet.

A l'initiative du STRMTG et en lien avec la profession, un Comité de Pilotage de l'étude (COPIL), composé de représentants de l'Union des Exploitants de Chemins de Fer et Touristiques et de Musées (UNECTO), de l'Établissement Public de la Sécurité Ferroviaire (EPSF), de l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur et Électriques (APAVE), du ministère de la Culture, d'exploitants experts vapeur et du STRMTG, a été créé afin d'élaborer les orientations du présent guide technique en fonction des rapports communiqués par le consultant technique à l'issue de ses visites auprès des « réseaux référents vapeur ».

Les « réseaux référents vapeur » ont été choisis par le STRMTG en concertation avec l'UNECTO selon les critères suivants :

- l'écartement de la voie
- le rattachement réglementaire « EPSF » ou « STRMTG »
- l'exploitation professionnelle ou associative
- le type et la taille des locomotives
- les conditions d'exploitation
- l'origine française ou étrangère

La liste des « réseaux référents vapeur » est la suivante :

- Chemin de fer touristique de Pithiviers (45)
- Train Thur Doller Alsace TTDA (68)
- Petit train de la Haute Somme APPEVA (80)
- Groupe d'étude pour les Chemins de Fer de Provence GECP (06)
- Chemin de fer de la Baie de Somme CFBS (80)
- Train à Vapeur des Cévennes CITEV (30)
- Amicale des Anciens et Amis de la Traction Vapeur 3ATV Mulhouse (68)
- Chemin de Fer Touristique Limousin Périgord CFTLP (87)
- Chemin de fer – musée Blonay – Chamby (Suisse)
- Kent & East Sussex Railway (Grande Bretagne)
- Chemin de fer du Hartz (Allemagne)

## Typologie des « réseaux référents vapeur » :

Réseaux référents vapeur	Ecartement	STRMTG / EPSF	Professionnel association	Type et taille des locomotives	Conditions d'exploitation	Origine
CFT Pithiviers	submétrique	STRMTG	Association	Petites locos parc divers	Plaine / vitesse faible	France
TTDA	normal	STRMTG	Association		Plaine / vitesse faible	France
APPEVA	submétrique	STRMTG	Association	Petites locos parc divers	Rampe / vitesse faible	France
GECP	métrique	STRMTG	Association	Locos moyennes à lourde	Rampe / vitesse faible	France
CFBS	métrique	STRMTG	Semi-pro	Locos moyennes parc divers	Plaine / vitesse faible	France
CITEV	normal	STRMTG	Professionnel	Locos moyennes à lourde parc divers	Rampe / vitesse faible	France
AAATV Mulhouse	normal	STRMTG	Association	Machine lourde	Vitesse de ligne RFN	France
CFT Limousin Périgord	normal	EPSF	Association	Machine lourde	Vitesse de ligne RFN	France
CF Blonay – Chamby	métrique	--	--	Locos moyennes	Forte rampe / vitesse faible	Suisse
Kent & East Sussex Railway	normal	--	--	Machine lourde	Plaine / vitesse faible	Grande Bretagne
CF du Hartz	normal	--	--	Machine lourde	Toute l'année tout temps	Allemagne

Deux exploitants ayant dispensé une formation aux agents du STRMTG sur leur réseau ont également partagé leur documentation, pour élaborer ce guide.

- Chemin de fer de Rillé (37), voie submétrique de 60
- Chemin de fer du Vermandois (02), voie normale

Le présent document a été élaboré par le comité de pilotage mis en place par le STRMTG.

Pilote : M. CONTARDO Stéphane - STRMTG – Division Etudes et Expertise.

Secrétaire : M. MENUISIER Thierry - STRMTG – Division Métros et chemins de fer Locaux.

**Liste des participants au COPIL :**

M.	BLONDIN David	Expert vapeur / Exploitant (APPEVA)
M.	FOURNIER Luc	Chargé de mission patrimoine / Ministère de la Culture
M.	GASC Jean-Michel	Bureau d'étude A-dessein / Consultant technique de l'étude
M.	GOUPIL Jean-Marie	APAVE
M.	JANNEAU Olivier	Expert vapeur / Exploitant (MTVS)
M.	LISIECKI Frédéric	EPSF
M.	POIX Louis	Président de l'UNECTO / exploitant (CONIFER)
M.	RETEL Nicolas	APAVE / exploitant du CFTSA
M.	ROHOU Jean-Louis	UNECTO / membre du conseil d'administration
M.	SCHNEIDER Stéphane	Expert vapeur / exploitant (CITEV)
M.	TESTU Maurice	UNECTO / Président CFBS
M.	THILL Jean-Marie	Expert auprès du consultant technique de l'étude
M.	WALPOEL Olivier	EPSF
M.	ZIELINGER François	UNECTO / Président de la CITEV
M.	CHARLES Jérôme	STRMTG / Responsable DML
M.	CONTARDO Stéphane	STRMTG / Division Etudes et Expertise, animateur du comité de pilotage et interlocuteur direct du consultant
M.	MENUISIER Thierry	STRMTG / chargé d'affaires DML
Mme	PALMIERI Pauline	STRMTG / chargé d'affaires CFT bureau Nord-Ouest
M.	SCIAUVAUD Raphaël	STRMTG / chargé d'affaires CFT bureau Sud-Est