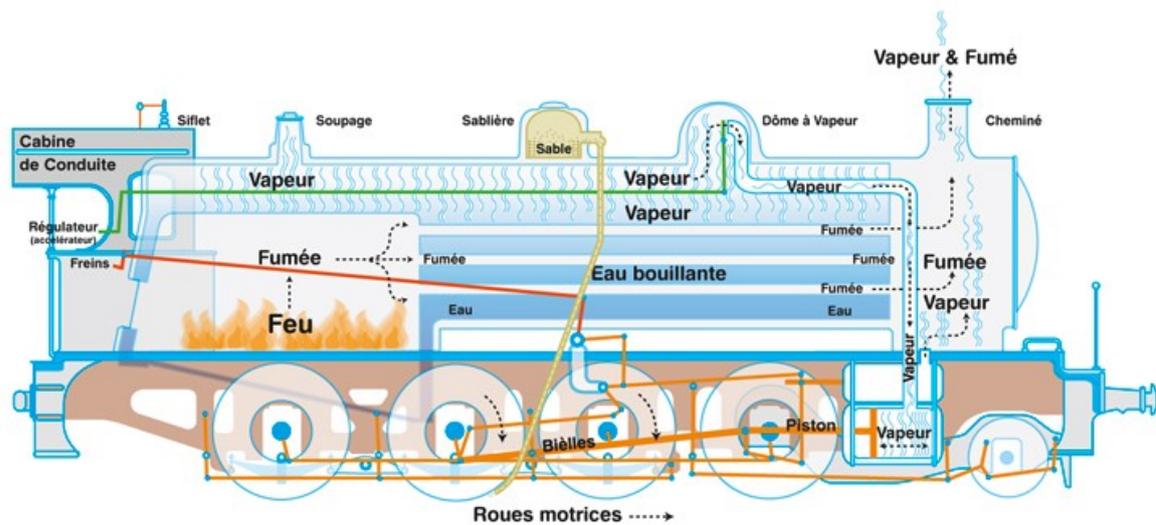


Guide d'Operation – Appendice Technique : version SRM 2018.

1 Principe général de fonctionnement d'une locomotive à vapeur

Le schéma en coupe ci-dessous indique les principaux composants d'une locomotive à vapeur en général, quelle qu'en soit l'échelle.



Le principe en est très simple : l'eau emprisonnée dans la chaudière est chauffée par le combustible (charbon ou bois) dans le foyer jusqu'à production de vapeur ; cette vapeur est ensuite acheminée par les conduites de vapeur vers les cylindres à partir du dôme de vapeur et à travers le régulateur qui permet d'en ajuster le débit.

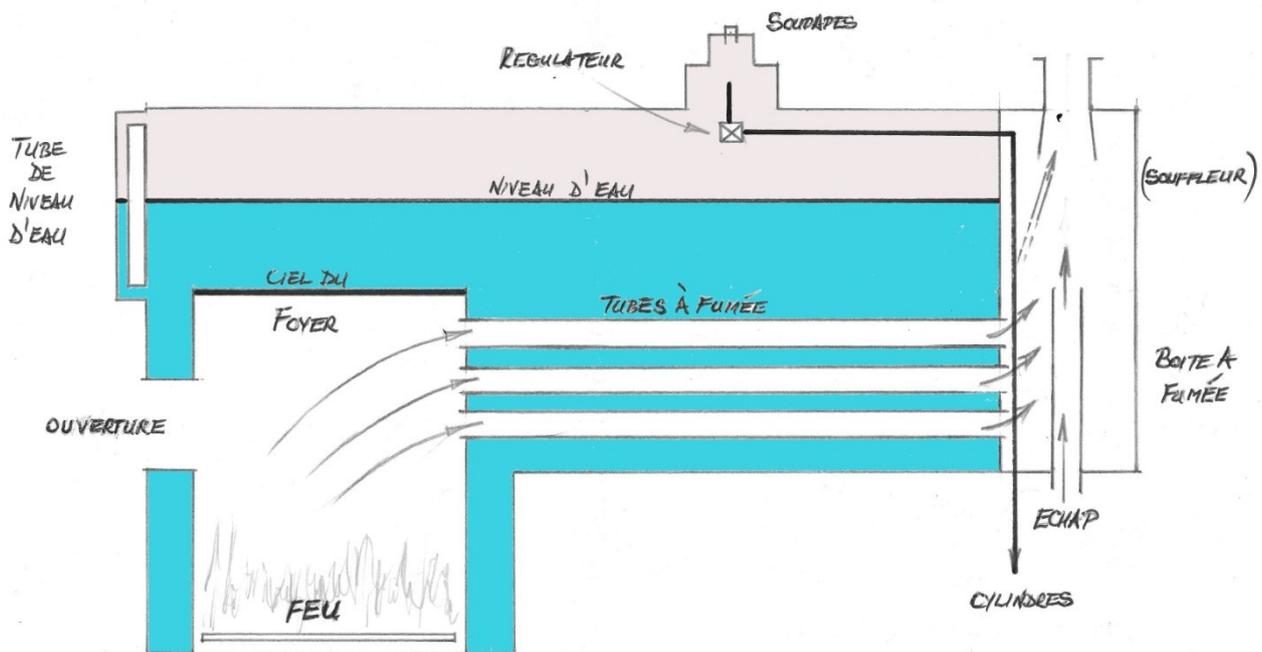
En se détendant la vapeur actionne les pistons qui entraînent les bielles (constituant «le « grand mouvement »), solidaires des roues motrices qui en tournant entraînent le mouvement de la locomotive. La distribution de la vapeur dans les cylindres est assurée par un jeu de bielles et de leviers (constituant le « petit mouvement ») commandé par le mécanisme de changement de marche. Après détente la vapeur est acheminée vers la boîte à fumée) puis s'échappe dans la cheminée.

Le combustible et l'eau d'alimentation de la chaudière sont habituellement entreposés dans le tender. Dans le cas d'une loco-tender, l'eau est entreposée dans des bûches situées autour ou au dessus de la chaudière.

2 Présentation des commandes de la locomotive

3 - les éléments principaux d'une chaudière type 'locomotive' :

Le schéma ci-dessous identifie les principales parties de la chaudière et ses accessoires principaux.



Parties principales :

Le foyer :

C'est dans la partie interne de la chaudière que le combustible est brûlé de façon à produire la chaleur requise pour chauffer et vaporiser l'eau. Il est alimenté en combustible par une ouverture pratiquée à l'arrière que l'on maintient fermée à l'aide d'une porte. La partie la plus critique du foyer est la partie supérieure, appelée 'ciel du foyer', qui ne doit jamais être à découvert d'eau.

La grille :

L'air requis pour la combustion est normalement admis uniquement à travers la grille située sous le foyer.

Le corps cylindrique :

C'est l'enveloppe extérieure de la chaudière qui contient la vapeur sous pression. La chaudière doit faire l'objet de calculs et d'essais pour prouver que toutes les parois internes et externes de la chaudière sont capables de résister à la pression de travail.

Les tubes à fumée :

Les gaz brûlants provenant de la combustion passent à travers les tubes à fumée afin de transférer le maximum de calories à l'eau et à la vapeur contenues dans la chaudière. Leur nombre et diamètre sont normalement optimisés de façon à obtenir le maximum de transfert de chaleur sans réduire de trop la circulation des gaz chauds, ni de bloquer les particules de charbon enflammé qui sont entraînées lors de la combustion.

La boîte à fumée :

Les gaz produits par la combustion passent à travers la boîte à fumée qui est maintenue en légère dépression pour activer le feu du foyer par tirage.

Le dôme de vapeur et le régulateur :

La vapeur sous pression produite dans la chaudière est collectée au dessus de l'eau au niveau du dôme de vapeur qui permet d'en séparer la vapeur de la plupart des gouttes d'eau entraînées par l'ébullition de l'eau.

Le régulateur agit comme un robinet qui permet de soutirer cette vapeur et d'en ajuster le débit selon les besoins en fonction de la charge de la locomotive et du profil des voies sur lesquelles elle circule. On retrouve une grande variété de régulateurs utilisés sur les locomotives à vapeur miniatures.

L'échappement :

Après passage dans les cylindres la vapeur est détendue dans la boîte à fumée puis sort à l'extérieur par la cheminée. La détente de la vapeur se fait à travers un échappement calibré de façon à produire la dépression nécessaire pour activer le feu dans le foyer. Si cet échappement est bien calibré, la dépression dans la boîte à fumée augmente selon la quantité de vapeur détendue et la charge de la locomotive ; le feu se trouve donc automatiquement activé par la vitesse ou la charge de la locomotive ; c'est là une des caractéristiques fondamentales de ce type de chaudière pour les locomotives à vapeur.

Les Accessoires :

Le souffleur :

À l'arrêt ou parfois en marche, il peut être nécessaire d'activer le feu du foyer ; le souffleur permet d'introduire dans la boîte à fumée une petite quantité de vapeur sous pression sans passer par les cylindres. La sortie du souffleur est placée et calibrée de façon à produire efficacement une bonne dépression sans utiliser trop de vapeur.

Le tube de niveau d'eau :

Il est fondamental de maintenir suffisamment d'eau à l'intérieur de la chaudière afin de ne pas surchauffer aucune partie constituante de la chaudière. La règle à suivre est de s'assurer que la partie supérieure du foyer, appelée ciel du foyer, soit toujours largement recouverte d'eau.

Le niveau de l'eau est visualisé dans un tube de verre placé de façon approprié ; il existe plusieurs conceptions de ce niveau d'eau selon les locomotives ; il est alimenté en eau par une connexion en dessous du niveau du ciel de foyer ; il est alimenté en vapeur par une connexion généralement sur le dessus du corps cylindrique.

Le tube de niveau d'eau doit être équipé d'un robinet de purge à sa partie inférieure qui permet de vérifier que son indication est fiable ; de plus il est fortement recommandé d'équiper ce dispositif d'un robinet sur la prise d'eau et un autre robinet sur la prise de vapeur afin de pouvoir en effectuer un essai complet, selon la procédure indiquée ailleurs dans ce guide.

Les soupapes de sécurité :

Comme il est fondamental de s'assurer que la pression de la vapeur ne dépasse pas la pression pour laquelle elle a été calculée et testée, Deux soupapes de sécurité sont installées sur la partie supérieure du corps cylindrique; la première soupape doit s'ouvrir lorsque la pression de calcul est atteinte (on parle du « timbre »); la seconde soupape à environ 105% du « timbre ».

Ces deux soupapes doivent être de conception et de fabrication soignée et devront être testées régulièrement.

Manomètre :

Le manomètre sert à indiquer la pression à l'intérieure de la chaudière ; les bonnes pratiques requièrent que le maximum de son cadran indique environ 150 % de la pression du timbre de la chaudière.

Pompe manuelle :

C'est le type de pompe le plus simple et le plus fiable. Cette pompe est constituée d'un piston étanche qui aspire et refoule d'eau à travers deux clapets de non retour ; l'étanchéité de ces clapets est très importante pour le bon fonctionnement de la pompe. Ici le mouvement du piston est directement entraîné par un levier actionné au besoin par le mécanicien.

Pompe mécanique :

Ce type de pompe est entraîné mécaniquement par le mouvement de la locomotive soit à l'aide d'une came excentrée fixée sur l'axe d'une roue motrice soit à l'aide d'une prise sur une tête de bielle. Comme pour la pompe manuelle, cette pompe est constituée d'un piston étanche qui aspire et refoule d'eau à travers deux clapets de non retour dont l'étanchéité est très importante pour le bon fonctionnement.

L'activation de cette pompe est commandée par la fermeture d'un robinet de « bypass » qui permet alors d'envoyer l'eau sous pression dans la chaudière. Lorsqu'il y a suffisamment d'eau dans la chaudière, le robinet de « bypass » est ouvert et l'eau pompée est retournée dans les bâches d'eau ou vers le tender.

Pompe à vapeur (soit Petit Cheval) :

Certaines machines sont équipées de pompes à eau actionnées par la vapeur. Il suffit alors d'ouvrir le robinet d'alimentation en vapeur sous pression de cette pompe pour que l'eau soit introduite dans la chaudière.

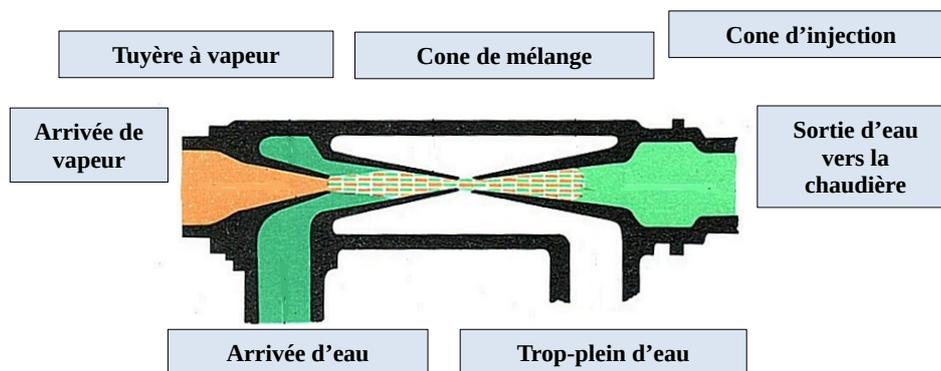
Ces pompes sont équipées d'un lubrificateur à déplacement.

On distingue principalement deux types de pompe à vapeur : le type « simplex » à un seul piston et le type « duplex » à deux pistons ; le fonctionnement de ce dernier type est le plus fiable.

Injecteur :

On fait souvent appel à un dispositif à injecteur pour alimenter en eau la chaudière.

Sans rentrer dans le détail du fonctionnement d'un injecteur, le schéma ci-dessous montre la disposition générale d'un injecteur d'eau.



Le principe général est basé sur un effet d'étranglement du jet de vapeur qui produit une aspiration de l'eau (effet Venturi) qui se retrouve à une pression supérieure à la pression de la chaudière si les composants sont bien calculés et bien disposés.

Les injecteurs sont alimentés par une conduite d'eau en provenance du réservoir d'eau du tender et d'une conduite de vapeur soutirée de la chaudière; la sortie de ce mélange est une ligne d'alimentation en eau sous pression vers la chaudière et une ligne de trop-plein d'eau qui s'écoule sur la voie.

Lubrificateur à déplacement :

Il s'agit ici d'un réservoir plein d'huile au départ raccordé par un conduit calibré de petite dimension intérieure à la conduite d'alimentation en vapeur des dispositifs à lubrifier (pistons moteurs ou pistons de pompe à eau actionnées par la vapeur).

La vapeur qui parvient en petite quantité dans ce réservoir se condense en eau et tombe au fond du réservoir du fait de la densité plus faible de l'huile ; de ce fait un peu d'huile est déplacée dans la conduite de vapeur et se trouve entraînée vers le ou les pistons à lubrifier.

Au bout d'un certain temps le réservoir est plein d'eau qu'il faut drainer et remplir à nouveau d'huile.

Lubrificateur mécanique :

Souvent les cylindres moteurs sont lubrifiés par un lubrificateur (pompe à huile de chauffe) actionné par une prise du mouvement mécanique des roues ou des bielles. Il faut surveiller que le réservoir

d'huile contient de l'huile appropriée pour la température de la vapeur (différente de l'huile habituellement utilisée dans les moteurs d'autos).

Purgeurs de la chaudière :

La plupart des chaudières sont équipées d'un ou plusieurs orifices qui permettent d'évacuer l'eau ou la vapeur de la chaudière à travers un robinet de purge.

Ces orifices sont disposés dans les parties basses de la chaudière, le plus souvent autour du foyer.

C'est une bonne pratique de purger un peu de vapeur après une journée d'opération afin d'évacuer les dépôts qui auraient pu se former autour de la base du foyer.

Ces orifices permettent aussi de nettoyer la chaudière (une fois par an ?) à l'aide d'eau sous pression après en avoir retiré tous les bouchons et robinets.

Les purgeurs des cylindres :

Certaines locomotives sont équipées d'une commande de purge de vapeur afin d'évacuer l'eau qui peut s'être condensée dans les cylindres lors d'un démarrage à froid ou après un arrêt prolongé.

Ces purges doivent être actionnées généreusement si les cylindres sont alimentés en vapeur à travers une distribution à cylindre qui risque d'être endommagée si trop d'eau est condensée dans les cylindres ; une distribution à tiroir est plus tolérante pour des accumulations d'eau dans les cylindres moteurs.

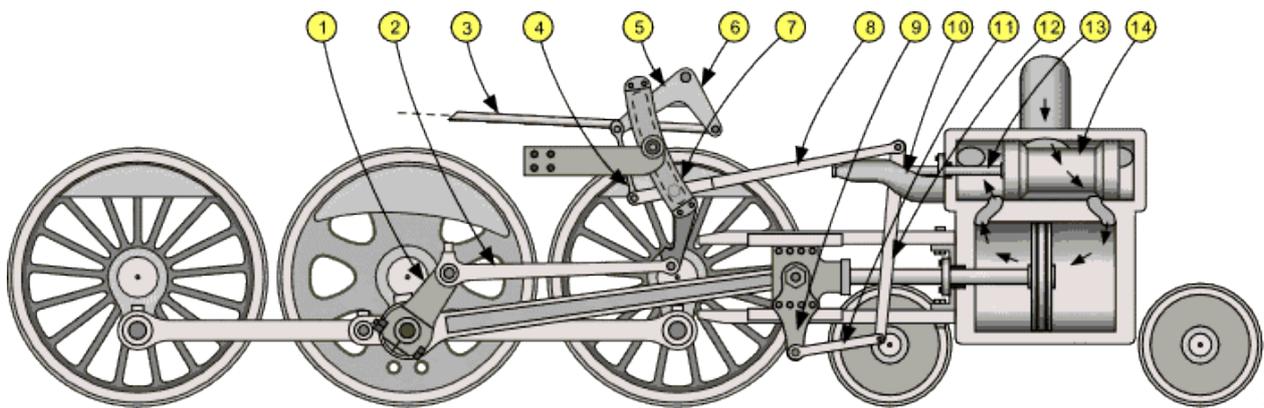
Distribution Walschaerts :

L'arrivée et l'échappement de la vapeur des deux côtés du cylindre est réglée par le tiroir de distribution (14). La vapeur est admise dans le cylindre et agit alternativement sur chacune des faces du piston. La tige de piston actionne la bielle couplée au train de roues motrices par l'intermédiaire de la crosse, qui par l'intermédiaire de la bielle motrice transforme le mouvement de va-et-vient en mouvement circulaire. Ce mouvement est transmis à toutes les roues motrices grâce aux bielles d'accouplement.

Le réglage du tiroir de distribution pour inverser la marche s'effectue au moyen du levier de changement de marche, qui se trouve dans la cabine de conduite, et l'arbre de changement de marche (3). L'action du levier est transmise à la bielle de commande du tiroir (8) qui monte (ou descend) dans la coulisse (7) qui est pivoté au milieu.

Par l'intermédiaire de la contre-manivelle (1) calée à 90° de la manivelle motrice, une bielle fait osciller la coulisse (7) de distribution dans laquelle glisse la bielle de commande de tiroir (8). Couplée au levier d'avance (12), le déplacement de la bielle sur la coulisse permet de régler le décalage entre les déplacements du tiroir et ceux du piston.

Distribution Walschearts – Liste des Pièces :



1 - Contre-manivelle

return crank

2 - Bielle de commande de coulisse

eccentric rod

3 - Arbre de changement de marche

reach rod

4 - Bielle de relevage

lifting link

5 - Levier de relevage

lifting arm

6 - Arbre de relevage

reverse arm

7 - Coulisse et coulisseau

expansion link & die block

8 - Bielle de commande de tiroir

radius rod

9 - Tête de piston

crosshead arm/drop link

10 - Guide du levier d'avance

valve rod guide

11 - Bielle de commande du levier d'avance

union link

12 - Levier d'avance

combination lever

13 - Tige de tiroir

valve rod

14 - Tiroir

piston valve (or slide valve)