

À la découverte de la **LOCOMOTIVE À VAPEUR**



Photo : D. Maas et I. Eerens

Dossier pédagogique



TABLE DES MATIERES

Informations pratiques et réservations.....	4
Le Musée du Chemin de Fer à Vapeur : une histoire de passionnés	7
CFV3V	8
Un peu d'histoire.....	8
1. Naissance du chemin de fer en Belgique	8
2. La Ligne 132.....	10
Le chemin de fer.....	12
1. Qu'est-ce qu'une voie ferrée ?.....	12
2. Les prémisses du chemin de fer	14
3. Les premières lignes de chemin de fer	15
4. Symbole de la révolution industrielle	15
La locomotive à vapeur	16
1. Maîtriser la vapeur : une longue histoire.....	16
a. Les premiers pas.....	16
b. Les perfectionnements des machines à vapeur	17
c. La machine à vapeur à haute pression et la première locomotive.....	17
d. Le cheval à vapeur : un essai raté.....	18
e. Georges Stephenson (1781-1848) et la consécration de la locomotive	18
2. Comment fonctionne une locomotive à vapeur ?.....	19
a. Le foyer	21
b. La boîte à fumée.....	22
c. Les moteurs.....	23
d. Les sablières	24
e. Chauffe, Marcel !.....	25
f. La roue	27
3. Voiture ou wagon.....	28
La locomotive fait son cinéma	29
Focus sur certaines locomotives du musée.....	33
1. La Type 1.....	33
2. AD 09.....	34
3. Type 53.....	35
A vous de jouer !.....	36
Lexique.....	67

Chers enseignants,

Bienvenue dans le monde du train à vapeur ! Nous sommes très heureux de pouvoir partager avec vous notre passion pour le monde ferroviaire, et plus spécifiquement le monde du chemin de fer à vapeur. Cette ingénieuse invention ne date pas d'hier, cependant notre souhait de faire perdurer cette œuvre du passé et de la rendre accessible à tout le monde nous anime chaque jour. C'est donc avec un immense plaisir que nous avons rédigé ce guide et vous accueillerons au sein de notre musée pour parcourir ensemble les richesses de ce patrimoine.

Ce dossier retrace sommairement l'histoire de l'invention de la machine à vapeur, fournit des renseignements plus techniques sur la locomotive à vapeur et vous propose plusieurs missions pour préparer, accompagner et prolonger votre visite. Nous avons veillé à ce que les enseignants de chaque degré puissent s'en inspirer.

Bonne découverte et bon voyage !

INFORMATIONS PRATIQUES ET RÉSERVATIONS

HORAIRES DU MUSÉE

Les visites scolaires se font toute l'année sur réservation.

TARIFS ET MODALITÉS DE PAIEMENT

Entrée : € 3,50/personne

Visite guidée : € 1,00/personne (durée +/- 1h30)

Animation : € 1,00/personne

Prix de groupe appliqué pour minimum 20 personnes payantes.

RÉSERVATIONS ET CONFIRMATIONS

Réservez votre visite en envoyant un e-mail à l'équipe du musée en mentionnant les informations suivantes :

- École + adresse
- Nom de l'enseignant responsable
- Adresse e-mail et numéro de téléphone de l'enseignant responsable
- Jour de visite souhaité
- Heure de la visite
- Année scolaire/cycle
- Nombre d'élèves
- Nombre d'enseignants/accompagnateurs

Espace cafétéria à disposition du groupe pour les repas.

CONTACT

Musée du Chemin de Fer à Vapeur des 3 Vallées asbl

+32 (0) 60 39 09 48

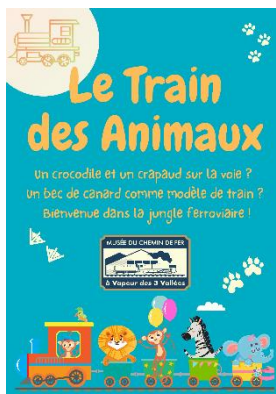
musee@cfv3v.eu

QUELLES SONT LES ANIMATIONS DISPONIBLES AU MUSÉE DU CFV3V ?



Le **train des sens** est une animation d'une heure destinée aux élèves des classes maternelles et du premier cycle primaire. Nous abordons le monde ferroviaire à travers les sens de la vue, du toucher, de l'ouïe et de l'odorat en proposant quatre ateliers ludiques différents au sein du musée.

Les enfants seront amenés à découvrir notre magnifique collection, à acquérir des notions de base sur la voie ferrée et sur les différentes énergies tout en s'amusant.



Le **train des animaux** est une animation d'une heure destinée aux élèves des classes maternelles et du premier cycle primaire. Nous éveillons les enfants au monde ferroviaire au travers de termes ou modèles inspirés du règne animal.

Les enfants découvriront le monde du train à travers de petits jeux et apprendront différents concepts de manière récréative, tout en déambulant le long des quais du Musée.



Le **train des métiers** est une animation d'une heure destinée aux élèves de primaire.

Partez à la découverte des métiers ferroviaires : enfilez vos gants, chaussez votre monocle ou attrapez votre pelle, et plongez dans l'univers des trains...

Nous abordons les thèmes tels que le changement d'états de l'eau, l'origine et la combustion du charbon, les différentes énergies utilisées sur les rails, l'évolution des locomotives et des performances de ces incroyables machines...



Si le train m'était conté... est une animation tout en douceur pour les élèves des classes maternelles et du premier cycle primaire.

Confortablement installés, vous voyagez d'une histoire à l'autre en première classe à bord de notre kamishibai. Un peu de rire, de poésie et quelques savoirs finement distillés au rythme des mots.



La signalisation ferroviaire : animation d'une heure à destination des élèves de classes primaires.

Après quelques notions de base sur la signalisation ferroviaire et la découverte de certains instruments, chaque élève réalisera et décorera une lanterne en papier. Convivialité et amusement garantis !



La sécurité aux abords des voies ferrées n'aura plus de secret pour les enfants après cette animation consacrée à la signalisation pour nos petits piétons et cyclistes en herbe. Après une présentation interactive, les enfants seront invités à tester leurs connaissances sur le terrain avant de repartir avec leur certificat en main.

Durée : environ 1 heure.

LE MUSÉE DU CHEMIN DE FER À VAPEUR : UNE HISTOIRE DE PASSIONNÉS

Le Musée du Chemin de Fer à Vapeur des 3 Vallées à Treignes ne serait pas né sans la détermination d'une poignée d'hommes voulant préserver le patrimoine ferroviaire belge et le transmettre aux générations futures. Dès les années 80, le député Roger Delizée et le président du Chemin de Fer à Vapeur des 3 Vallées (CFV3V*¹), Roger Maegerman, travaillent main dans la main pour atteindre cet objectif qui aboutit quatorze ans plus tard. Le 29 avril 1994, le musée est inauguré en grande pompe à la grande joie des nombreux bénévoles qui se donnent encore de nos jours corps et âmes à la conservation et à la restauration des locomotives, autorails* et voitures dans l'atelier afin qu'ils puissent rouler sur la ligne 132 reliant Mariembourg à Treignes.

Cette voie devenue exclusivement touristique était l'une des plus importantes pour le transport de marchandises dans la région. Au XIX^e siècle, Couvin et ses environs sont un fleuron de l'industrie métallurgique. La construction d'une ligne de chemin de fer reliant la région à la France va permettre d'augmenter la quantité de marchandises véhiculées vers les destinataires. Le tronçon de la ligne 132 reliant Mariembourg à Vireux-Molhain est mis en service le 15 juin 1854. Elle passe par les gares de Nismes, Olloy-sur-Viroin, Vierves et Treignes. Avec la démocratisation de la voiture et la crise économique, la Société Nationale des Chemins de Fer Belges décide d'y arrêter le trafic de voyageurs le 29 septembre 1963. Le transport de marchandise est supprimé en 1977.

Entretiens, Michel Pâques crée l'association du Chemin de Fer à Vapeur des trois vallées le 27 décembre 1973 qui doit son nom aux vallées que la ligne 132 traverse : l'Eau blanche, l'Eau Noire et le Viroin. En 1975, il obtient le permis d'exploiter la ligne entre Nismes et Treignes dans un but touristique. En 1978, la permission s'élargit à la portion Mariembourg-Nismes. C'est le début d'une grande aventure !

¹ Tous les termes marqués d'un astérisque sont définis dans un lexique en fin d'ouvrage.

CFV3V

L'asbl de Gestion du Musée du Chemin de Fer de Treignes n'aurait jamais vu le jour sans sa grande sœur basée à Mariembourg. Le Chemin de Fer à Vapeur des Trois Vallées créé en 1973 par Michel Pâques empêche la ligne reliant les deux villages de sombrer dans l'oubli et d'être ensevelie sous la végétation. Le trajet aller-retour permet de voyager à travers les paysages verdoyants de la région du Viroinval de façon totalement atypique. À Mariembourg, vous pouvez découvrir la rotonde qui abrite les locomotives et les voitures. Vous y trouverez également une voiture-restaurant qui peut être mise à votre disposition pour un événement particulier.

UN PEU D'HISTOIRE

1. Naissance du chemin de fer en Belgique

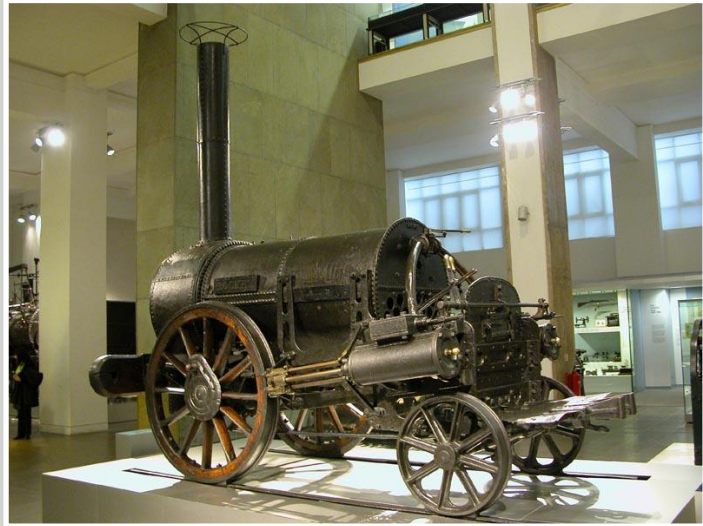
Le contexte historique dans lequel s'inscrit la naissance du chemin de fer en Belgique compte deux principaux épisodes qui vont venir renforcer la nécessité d'une voie ferrée dans le pays.

D'une part, dès 1825, la toute première ligne reliant les villes de Stockton et Darlington destinée au transport du charbon voit le jour au Royaume-Uni grâce à l'ingénieur George Stephenson. Les principaux avantages de ce mode de transport sont indéniables : la régularité du service ainsi que la vitesse de 40 km/h facilitent nettement la livraison de marchandises qui se faisait jusqu'alors via les routes ou les canaux. En 1830, toujours grâce à l'ingéniosité de Stephenson, la première ligne de chemin de fer destinée aux voyageurs est inaugurée entre Manchester et Liverpool : la *Liverpool & Manchester Railway* tractée par la désormais célèbre « Fusée »².

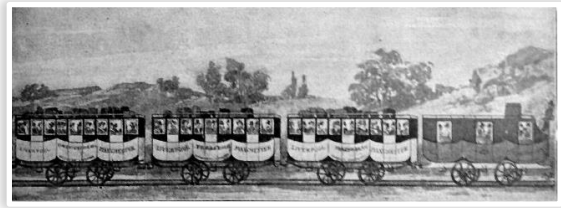
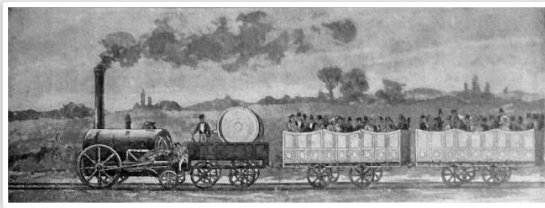
² Source photos : Wikipedia



Georges Stephenson
1781-1848



The Rocket (la Fusée)
Science Museum, Londres



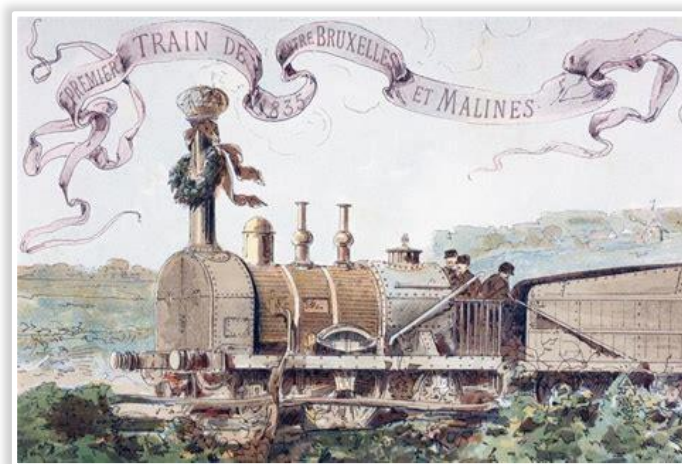
Inauguration de la ligne Liverpool-Manchester

En parallèle, toujours en 1830, la Belgique gagne son indépendance face au Royaume de Guillaume d'Orange et le gouvernement provisoire doit rapidement faire face aux problèmes économiques. Le commerce de transit entre Anvers et la Rhénanie (à l'ouest de l'Allemagne) emprunte les voies d'eau intérieures néerlandaises et n'offrent plus de garanties de passage, l'Escaut étant mis à la chaîne par les Pays-Bas jusqu'en 1839 puis soumis à péage jusqu'en 1863. Une liaison par le territoire belge s'impose donc comme unique solution, et plus précisément l'idée d'un chemin de fer s'inspirant du modèle anglais. Le 24 août 1831, les ingénieurs Pierre Simons et Gustave De Ridder sont missionnés pour établir les plans d'un chemin de fer entre Anvers et le Rhin. Le 5 mai 1835, un an après l'approbation de la loi, la ligne reliant Bruxelles à Malines est inaugurée et quel succès ! Pour la première fois au monde, une capitale est desservie par une ligne de chemin de fer.³

³ Sources photos : collections.louvre.fr et trainworld.be



Monnaie en bronze frappée à l'occasion de l'ouverture du chemin de fer de Bruxelles à Malines avec le portrait du Roi Léopold I^{er} (Musée du Louvre, Paris)



« Premier train de 1835 entre Bruxelles et Malines »
A. Heinz, vraisemblablement 1885
(Trainworld, Schaerbeek)

2. Et la Ligne 132 ?

Dès 1835, le gouvernement belge étudie la possibilité de doter la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse d'un chemin de fer qui permettrait de transporter les différentes ressources de cette région vers Charleroi. En avril 1845 se crée la société anonyme « Chemin de fer de l'Entre-Sambre-et-Meuse ». C'est à la société britannique W. P. Richards qu'échoit le contrat de construction et d'exploitation du chemin de fer dans la région. De nouveaux tronçons voient rapidement le jour, tels que la ligne Charleroi-Walcourt inaugurée le 27 novembre 1848, Walcourt-Silenrieux le 6 novembre 1853, Cerfontaine-Mariembourg le 8 juin 1854 et enfin, le 15 juin 1854, le tronçon qui nous intéresse plus particulièrement : Mariembourg-Vireux.

Vireux étant en France, une gare-frontière est établie à Vierves. Treignes n'est alors qu'une simple halte et ce n'est qu'en 1902 qu'une gare-frontière y est construite. Devant le développement du trafic sur la ligne, les installations de la gare de Treignes se multiplient. À l'époque, la gare compte sept voies de formation et une plaque tournante. La ligne 132 est exploitée jusqu'au 29 septembre 1963 en service voyageurs ; le transport des marchandises qui a subsisté sur le tronçon Mariembourg-Nismes, est quant à lui totalement supprimé le 12 octobre 1977.

LE CHEMIN DE FER

1. Qu'est-ce qu'une voie ferrée ?

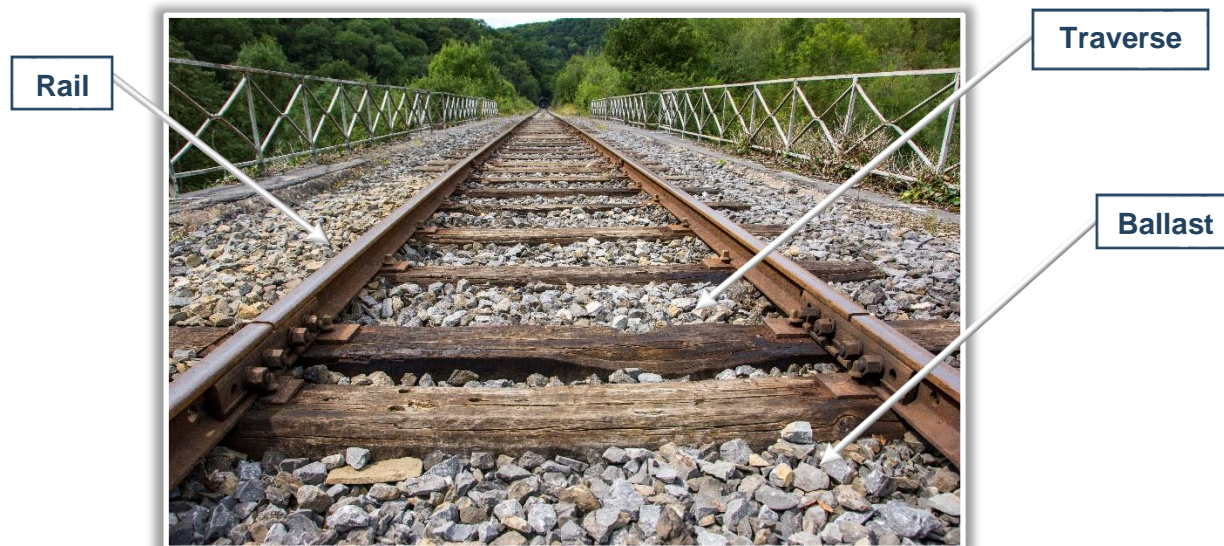
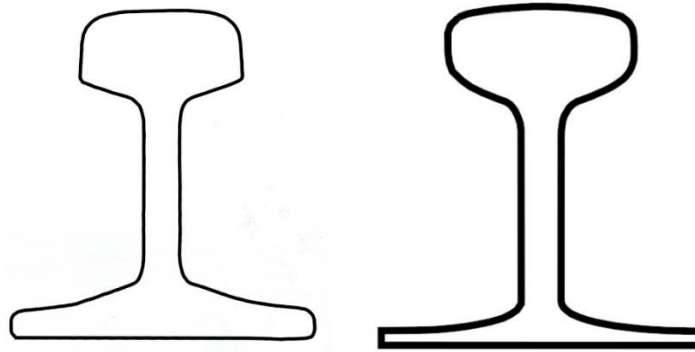


Photo : Isabelle Eerens et Daniel Maas

La voie est composée de trois éléments principaux :

- Le **ballast** est une couche de pierres qui permet de drainer l'eau, d'aplanir le sol et de réduire les vibrations au passage du train.
- Les **traverses** ou **billes** sont de longues pièces confectionnées dans le bois dans un premier temps, puis en béton ou en acier par la suite. Ces deux matériaux ont une durée de vie analogue au bois (de 30 à 50 ans) mais exigent moins d'entretien. Elles sont disposées sur le ballast, parallèles les unes aux autres pour maintenir l'écartement des rails et les supporter afin qu'ils ne s'enfoncent pas dans le ballast. Chaque traverse est identifiée au moyen d'un clou numéroté.
- Les **rails**, au nombre de deux, sont posés sur les traverses. Les rails possèdent un profil en H couché et ont un écart d'1m435 entre eux. Au début, ils étaient fixés aux traverses par des clous ressemblant à des crampons qui sont remplacés ensuite par de grosses vis nommées *tirefonds*. Notons également qu'une légère inclinaison est donnée aux rails vers l'intérieur de la voie. Le rail *Vignole* est d'usage universel de nos jours. Les premiers rails étaient à double champignon* fixés par coins de bois ou attaches élastiques dans des coussinets en fonte. Il en existe encore sur certaines voies secondaires.

Voici une vue de profil de deux types de rails :



Rails : type UIC 60 (à gauche), type Vignole (à droite).

Quand la température s'en mêle

L'un des problèmes qui se pose dès le début des chemins de fer est la dilatation* du métal : quand il fait chaud, le métal gonfle et quand les températures diminuent, il se rétracte. En bref, il bouge. Pour empêcher la déformation des voies, des joints de dilatation ont été aménagés tous les 18 ou 36 mètres entre les rails. Une pièce métallique appelée *éclisse*, relie l'extrémité de deux rails en laissant un espace entre eux ce qui permet la dilatation du métal et maintient l'alignement des rails. Au fil du temps, grâce à l'innovation chimique, on a réussi à fabriquer un métal qui permet d'éliminer ces joints.



Photo : Musée du CFV3V

Liens utiles :

- Impact des fortes chaleurs sur la voie :
https://youtu.be/mxOHsHWk_Ko
- Infrabel : canicule sur les voies ferrées :
https://www.youtube.com/watch?v=8V7Vo_hkl-U

Combattre les ennemis du bois

Le bois est une matière sensible à l'humidité, aux champignons et aux insectes xylophages*. Les traverses doivent donc être traitées en prévision avant d'être installées. L'essence utilisée peut être du chêne ou du hêtre que l'on rend imputrescible en utilisant de la créosote, une huile extraite du goudron de houille. Une autre solution est de créer des traverses en azobé. Cet arbre poussant dans la forêt équatoriale est naturellement résistant face à ces trois ennemis du bois.

2. Les prémisses du chemin de fer

Les voies romaines

Dans l'Antiquité, les voies romaines sont pavées de dalles de pierre. Au fil du temps, le passage des chars finissent par y creuser des ornières. Ces deux sillons parallèles guident alors les roues des chars. Bien que ces rainures dans la pierre soient irrégulières et entraînent des cahots, elles représentent d'une certaine manière le principe des futures voies de chemin de fer

Les premiers rails

C'est au Moyen-Âge qu'apparaissent les premiers modèles de rails : de simples plaques de bois placées par les mineurs au fond des ornières dans les mines de charbon pour guider les roues des chariots.

Au XVI^e siècle, on pose des glissières en bois. Vers 1750, elles seront en métal. Puis, au cours du XVIII^e siècle, on fixe entre les rails des pièces de bois appelées traverses pour les maintenir ensemble. Les premiers chemins de fer se sont inspirés de ce modèle de rail.

On observe donc que les voies ferrées sont conçues avant les trains : c'étaient d'ailleurs d'abord des chevaux qui tiraient les wagonnets avant qu'ils ne soient remplacés par des locomotives à vapeur.

3. Les premières lignes de chemin de fer

Le 27 septembre 1825, la première ligne de chemin de fer est inaugurée en Angleterre à destination du transport du charbon et des voyageurs entre les villes de Stockton et de Darlington. La *Locomotion* de Georges Stephenson remorque un train composé de bennes à charbon et une vingtaine de voitures dans lesquelles s'installent un groupe d'environ six cents personnes dont les sentiments sont mitigés. Sur cette ligne, on remplace à certains endroits la locomotive par des machines de halage ou des chevaux de trait. Il faut attendre 1830 pour trouver une ligne de chemin de fer, entre Liverpool et Manchester, fonctionnant uniquement avec des locomotives à vapeur et assurant un service aux voyageurs à horaires réguliers. Son inauguration, le 15 septembre de la même année, attire un million de curieux !

4. Symbole de la révolution industrielle

Le chemin de fer a joué un rôle majeur dans la révolution industrielle. Il a fortement contribué au développement de l'industrie charbonnière, métallurgique ainsi que des fonderies*, cokeries* et hauts fourneaux*. En 1830, les campagnes vivent repliées sur elles-mêmes et les villes sont asphyxiées par la pollution. Les marchandises sont péniblement transportées sur des routes en mauvais état ou sur des canaux ayant un champ d'action limité. Les voyageurs en diligences ou en coches d'eau entreprennent de longs et coûteux voyages dont ils reviennent fatigués et sales, sans compter les risques liés au brigandage. L'apparition du train a permis de transporter de grandes quantités des marchandises et de véhiculer les voyageurs en sécurité, plus rapidement et sur de plus longues distances.

LA LOCOMOTIVE À VAPEUR

1. Maîtriser la vapeur : une longue histoire

Il est difficile encore aujourd'hui de nommer l'inventeur de la première machine à vapeur. On peut simplement affirmer qu'elle est le résultat de plusieurs découvertes et inventions qui, à terme, ont contribué à l'émergence de cette extraordinaire source d'énergie qui marque le début de notre ère technologique.

a. Les premiers pas

Héron d'Alexandrie (I^{er} siècle de notre ère)

Héron d'Alexandrie (physicien et mathématicien grec) présente l'existence et l'importance du phénomène de vaporisation. Il invente de nombreux automates et conçoit une machine capable d'utiliser la force expansive de la vapeur appelée *Éolipyle*. Elle est constituée d'une sphère remplie à moitié d'eau sur laquelle deux cheminées coudées sont fixées à l'opposé l'une de l'autre. Un feu chauffe le liquide et la pression de la vapeur sortant par les tubes enclenche un mouvement de rotation de la boule. Observation : la vapeur est une force capable de faire bouger des objets grâce à la pression.

Denis Papin (1647-1712)

Denis Papin (physicien et mathématicien français) réalise vers 1690 un premier prototype d'une machine capable de déplacer un piston de bas en haut en utilisant l'expansion de la vapeur : le *Digesteur*. Lorsque le cylindre rempli à moitié d'eau est posé sur le feu, la vapeur fait remonter le piston. En l'enlevant du foyer, la vapeur se condense en laissant un vide entre l'eau et le piston relevé. La pression atmosphérique, la colonne d'air extérieur, repousse le piston vers le bas.

Thomas Savery (1650-1715)

Thomas Savery (mécanicien anglais) va plus loin puisqu'il utilise la vapeur pour faire fonctionner une pompe destinée à l'exploitation minière pour assécher les galeries. Le principe est simple et consiste à utiliser le vide laissé par la condensation de la vapeur dans une soupape pour aspirer l'eau du puits. Ce prototype ne comporte pas encore de mécanisme mu par la vapeur, simplement des déplacements de fluides.

b. Les perfectionnements des machines à vapeur

Thomas Newcomen (1663-1729)

Il développe sa machine à vapeur en s'associant à Denis Papin qui avait déposé un brevet pour toutes machines à vapeur thermiques. Newcomen conçoit une machine à balancier, dite *moteur atmosphérique* : la vapeur produite par la chaleur remonte le piston. De l'eau est injectée dans le cylindre pour la condenser et créer un vide. Le piston redescend, poussé par la pression atmosphérique extérieure. Sa machine fait pivoter sur un axe une poutre de bois qui est reliée à son extrémité à une pompe descendant dans la mine et de l'autre à une chaudière surmontée d'un cylindre à piston. Le mouvement du piston entraîne le balancement de la poutre et l'extraction de l'eau des mines.

James Watt (1736-1819)

Il apporte de réelles améliorations aux machines de ses prédécesseurs et plus particulièrement à celle de Newcomen. On lui doit également le régulateur de vitesse de rotation qui porte son nom, mais surtout, il réalise un moteur où la vapeur agit sur les deux faces du piston avant d'être évacuée pour permettre un mouvement alternatif. Sa machine réalisée en 1764 est capable de faire tourner une roue et représente donc le véritable départ de cette nouvelle force motrice.

Joseph Cugnot (1725-1804)

En 1769, Joseph Cugnot élabore un chariot à vapeur pour pallier au problème du transport de l'artillerie par les chevaux qui ont besoin d'être soignés et ralentissent les troupes. Il relie une énorme marmite en guise de chaudière à deux pistons qui actionnent une roue motrice. Le reste de la charrette est composé de poutres qui supportent le conducteur et le chargement, et de deux roues arrière. Un guidon oriente la roue avant pour diriger ce *Fardier de Cugnot* : c'est l'ancêtre de la voiture.

c. La machine à vapeur à haute pression et la première locomotive

Richard Trevithick (1771-1833)

Ingénieur des mines britannique, Richard Trevithick se met en tête d'améliorer le modèle de Watt qui est onéreux et dont la puissance est limitée. Il invente une nouvelle génération de machines à vapeur à haute pression plus compactes et plus simples qui peuvent être installées sur des bateaux, dans des fermes ou des moulins.

Il crée la première voiture à vapeur, en 1801 : la *Puffing Devil*. Trop coûteuse et peu rentable, il se tourne vers le milieu ferroviaire à la demande d'un propriétaire de fonderie du Pays de Galles. Il conçoit une machine à vapeur posée sur un chariot et muni d'une grande roue actionnée par un piston qui entraîne les roues de la charrette : la première locomotive à vapeur est née. Le 21 février 1804, cette locomotive, manœuvrée par un homme marchant à ses côtés, remorque sans encombre 10 tonnes

de fer et cinq wagons transportant 70 personnes mais elle ne parcourt que 14 km : son poids (6,5 tonnes) est tel qu'elle écrase les rails en fonte.

Ne se laissant pas abattre par cet échec, Trevithick tente un coup marketing pour susciter l'intérêt des investisseurs. En 1808, il présente sa locomotive *Catch-Me-Who-Can* (M'attrape-qui-peut) sous forme d'une attraction en la faisant tourner dans une arène. Le principe se base sur un cylindre vertical qui rejoignait un système de tige, de glissières et de bielles* pour faire bouger les roues-avant. Il se vantait en prétendant que sa machine remporterait une course de 24h contre des chevaux.

d. Le cheval à vapeur : un essai raté

La ferveur de créer un nouveau moyen de locomotion anime également William Brunton (1777-1851) qui dote sa locomotive de pattes articulées qui lui donnent l'allure d'une sauterelle en métal. Malheureusement, la bestiole explose peu de temps après son démarrage en 1815. Cet événement est considéré comme le premier accident ferroviaire.

e. Georges Stephenson (1781-1848) et la consécration de la locomotive

Georges Stephenson commence très jeune à travailler dans les mines. Il ne sait ni lire, ni écrire, mais se révèle être un ingénieur mécanicien autodidacte. Il est considéré comme le père des chemins de fer anglais. Il construit plusieurs locomotives dont la *Locomotion* en 1825 pour la première ligne de voyageur reliant Stockton à Darlington. *The Rocket* (la Fusée) a propulsé son nom en haut de l'affiche. En octobre 1829, elle remporte le concours Rainhill, une course de vitesse sur la ligne Liverpool-Manchester. Sa machine roule à 22km/h et remorque une charge de 13 tonnes. Le succès de cet engin est dû à plusieurs innovations : une chaudière plus performante et des roues plus grandes.

2. Comment fonctionne une locomotive à vapeur ?

Détaillons les éléments constitutifs d'une locomotive à vapeur pour comprendre son fonctionnement.

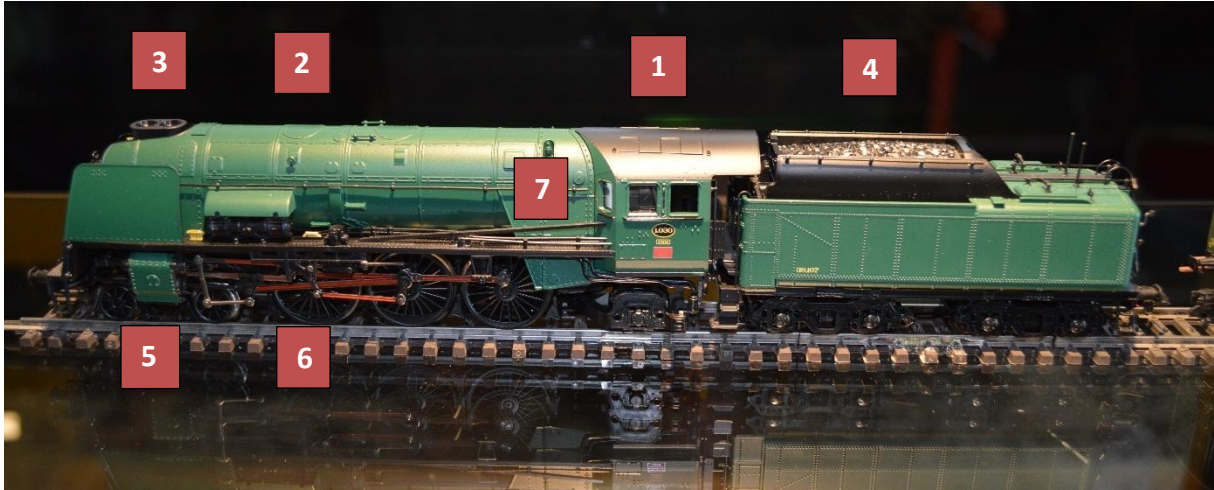
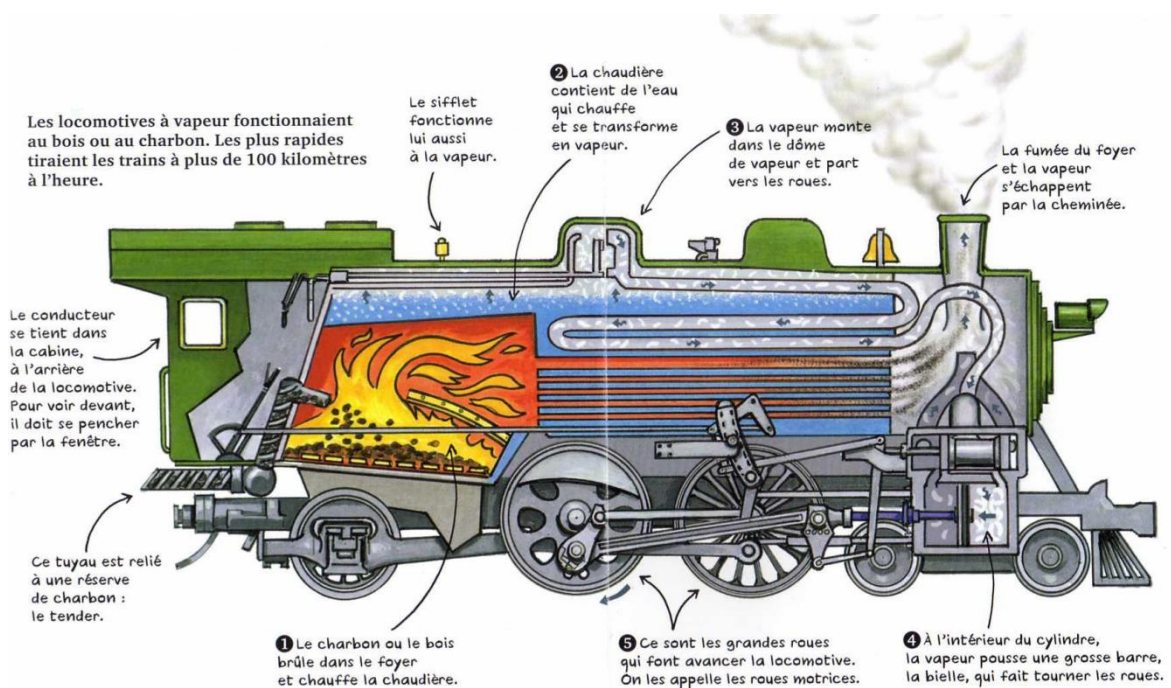


Photo : miniature Type 1 – collection de Mr P. Lagrange

- | | |
|-----------------------------------------|----------------------|
| 1. cabine du conducteur et du chauffeur | 5. cylindre à piston |
| 2. dôme à vapeur | 6. bielle |
| 3. cheminée | 7. chaudière |
| 4. tender (réserve de charbon et d'eau) | |

4 À l'intérieur de la locomotive :



La locomotive à vapeur se déplace grâce à la pression de la vapeur. Il faut deux matériaux pour créer cette énergie : l'eau et le charbon. Selon le modèle de locomotive à vapeur, avec ses 1.000 kg de charbon, elle peut parcourir 120 kilomètres, elle devra être réapprovisionnée trois fois en eau, pour en consommer finalement 12m³.

La chaudière est constituée du foyer et de la réserve d'eau à vaporiser. Le feu alimenté en charbon chauffe l'air qui traverse des tubes (en rouge) avant d'être évacué dans la cheminée. Celui-ci porte l'eau (en bleu) à ébullition et la vapeur se dirige vers le dôme à vapeur. Là, elle descend grâce à la pression vers le cylindre où elle pousse le piston qui entraîne une tige reliée à un système de bielle qui fait tourner la roue. Ce système appelé bielle-manivelle transforme le mouvement linéaire du piston en mouvement rotatif. La vapeur sort par la cheminée grâce à un système permettant d'alimenter en air le foyer et de garder le feu vivace.

⁴ Illustration : Les trains, La petite encyclopédie Youpi des grands curieux, éditions Bayard Jeunesse, 2005.

Voyons quelques éléments plus en détails :

a. Le foyer

Le **foyer** est constitué de tôles, généralement en cuivre ou en fer, formant une caisse. Il est pourvu d'une porte sur sa paroi arrière par laquelle le chauffeur peut gérer le feu. La paroi avant du foyer est percée de trous auxquels sont fixés les tubes à fumée qui traversent le corps cylindrique de la chaudière.

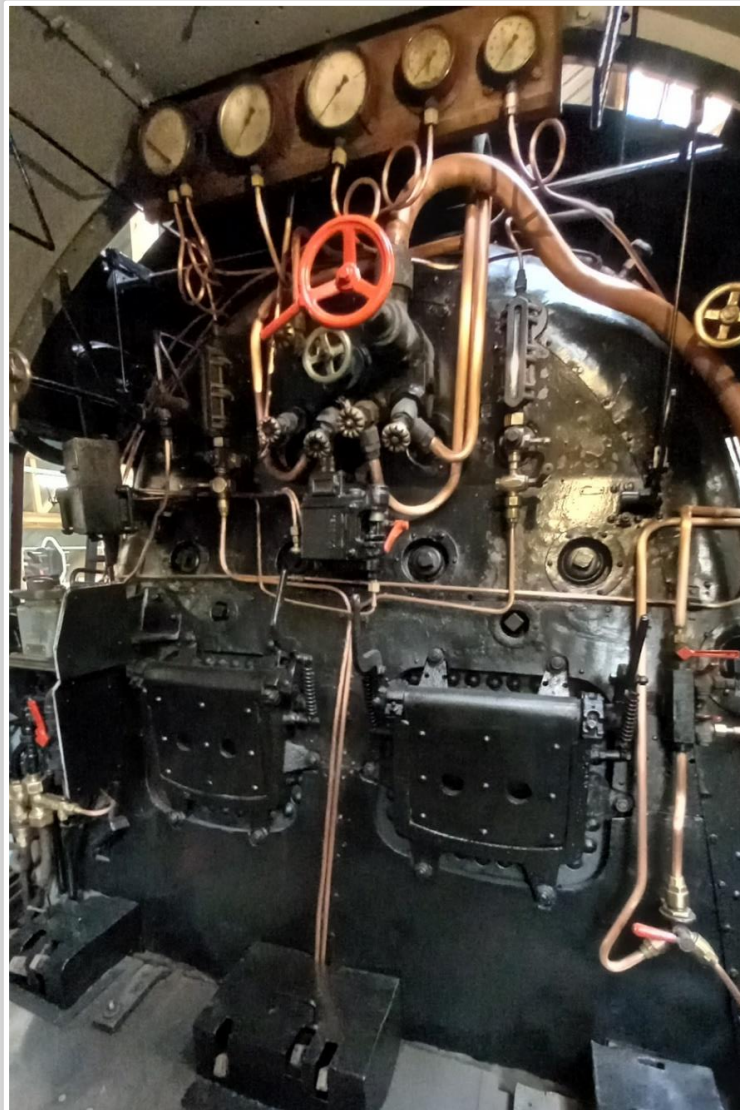


Photo : Musée du CFV3V



Photo : Musée du CFV3V

Le sol du foyer est constitué d'une grille étudiée pour permettre une bonne aération du feu sans qu'il ne tombe à cause des secousses. Cette boîte à feu est reliée à une boîte de forme similaire nommée le **cendrier** qui collecte les cendres. Le foyer doit être constamment entouré d'eau pour éviter la fusion de ses parois sous l'action de la chaleur. Pour indication, la température de fusion du cuivre est de 1.083°C, celle du fer s'élève à 1.528°C.

Il existe plusieurs formes de foyer pour répondre aux besoins et, surtout, aux types de combustibles. Sans entrer dans les détails, on retiendra simplement que pour les foyers profonds, on utilise des briquettes ou du charbon gailleux (formé par de gros morceaux). Pour les foyers moins profonds, on utilise des combustibles plus petits comme le charbon menu.

b. La boîte à fumée

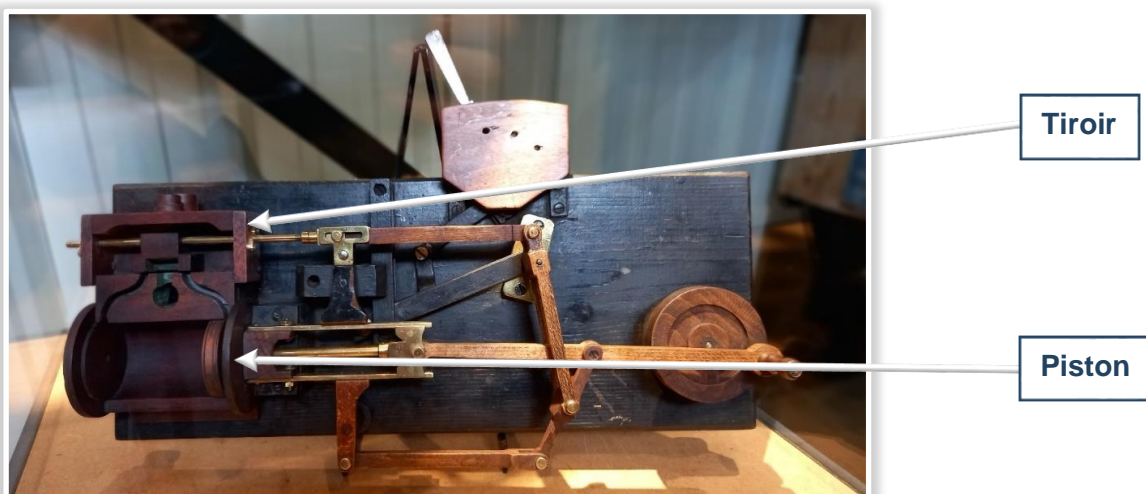
La boîte à fumée se situe à l'avant de la locomotive et est le réceptacle de la vapeur ainsi que des gaz de combustion. Elle est surmontée par la cheminée et fermée par une porte qui permet d'accéder aux tubes à fumée pour les décrasser. Le nettoyage de l'intérieur de la chaudière n'est possible que via des trappes spéciales qui doivent être très solides (la pression d'une chaudière pouvant être très élevée).

c. Les moteurs

Sur les locomotives, la partie motrice est généralement assurée par au moins deux moteurs. Un moteur à vapeur se compose d'un cylindre dans lequel se déplace un piston et d'une chambre de distribution située au-dessus pour injecter de la vapeur d'un côté du cylindre puis de l'autre pour que le piston effectue un va-et-vient.

L'image ci-dessous donne une vue en coupe d'un moteur. La partie inférieure représente le cylindre et son piston, au-dessus se trouve la chambre de distribution et le tiroir. Dans cette figure, la vapeur venant de la chaudière arrive par le haut, la position du tiroir est telle que la vapeur se dirige vers la face droite du piston. A mi-parcours du piston, le tiroir amorce un mouvement vers la droite jusqu'à ouvrir la fenêtre vers le côté gauche ce qui va provoquer le mouvement inverse.

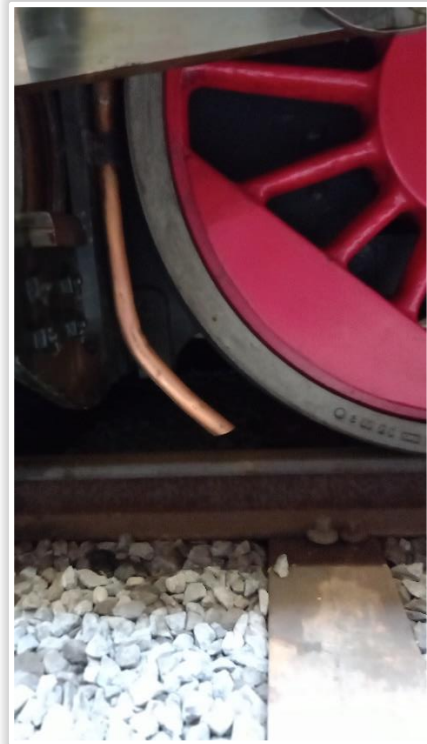
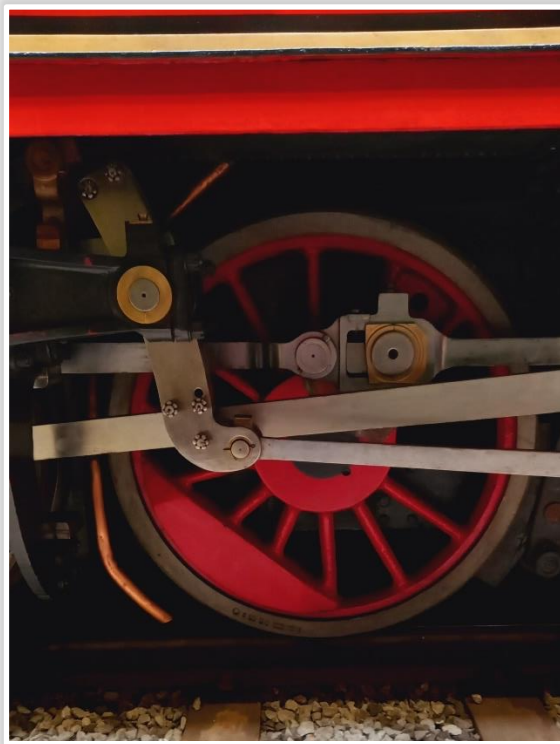
Il y a deux cylindres sur nos locomotives, leur action est décalée de 90 degrés pour garantir la régularité de marche.



Photos : Musée du CFV3V

d. Les sablières

La vapeur est distribuée alternativement de chaque côté du piston contenu dans le cylindre. La poussée due à sa pression est transmise aux essieux* par la tige de piston, la rendant à la bielle motrice qui transmet le mouvement à un essieu moteur. L'effort est communiqué aux autres roues par les bielles d'accouplement, afin de réduire le rapport entre l'effort moteur et la masse portée par l'essieu. Ce rapport est appelé coefficient d'adhérence. Les machines à vapeur ont tendance à patiner à cause des à-coups produits par le travail alterné de la vapeur. Pour pallier cet inconvénient, le mécanicien dépose du sable sur la voie avec les sablières.



Photos : Musée du CFV3V



Photo : Musée du CFV3V

De gauche à droite : cheminée, dôme de vapeur, sablière, sifflet de la locomotive type 53

e. Chauffe, Marcel !

À bord de la locomotive, deux hommes forment une équipe inséparable : le chauffeur et le mécanicien.



Photo : D. Maas

Le **chauffeur** ne conduit pas, il chauffe la chaudière et l'alimente en eau pour produire la vapeur nécessaire à la traction du train. La chauffe est un métier d'une subtilité sans pareille : il faut anticiper les besoins en vapeur, comme dans les côtes, et ne pas en produire trop aux moments où elle n'est pas consommée, dans les descentes ou les arrêts en gare, par exemple. S'il y a trop de feu, les soupapes s'ouvrent sous l'action de la pression et la vapeur s'échappe, c'est de l'énergie perdue !



Photo : D. Maas

Le **mécanicien** conduit le train. Il règle la marche de la locomotive à l'aide du volant de changement de marche permettant, d'une part, de choisir le sens de circulation de la machine et d'autre part, de contrôler sa puissance. Il utilise aussi le régulateur, sorte de grosse vanne réglant le débit de vapeur vers les cylindres. Il lubrifie tous les mécanismes moteurs et annexes, contrôle tous les composants de la machine et décide ou non de son aptitude à prendre le service.

Selon la taille de la locomotive, il faut chauffer la machine trois à cinq heures avant de mettre le train en mouvement. Le feu est allumé avec du papier et du petit bois. Au bout d'une heure et demie, l'eau atteint la température d'ébullition, mais il faut encore une heure pour *être au timbre*, qui est la pression maximum de vapeur et s'exprime en bars. L'eau contenue dans la chaudière bout et atteint 187° C, la vapeur en sort à la même température.

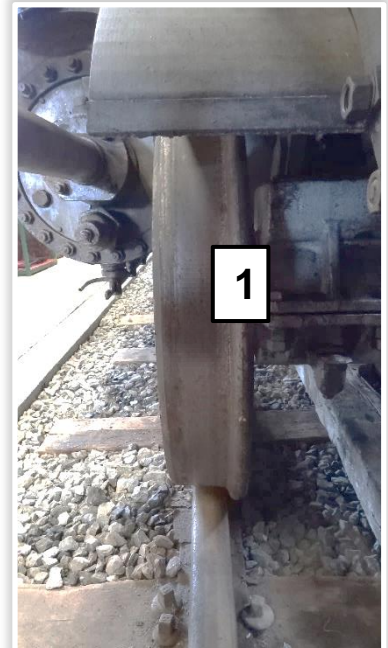
D'autres membres de l'équipage du train ont une tâche précise :

- Le **serre-frein** ou **garde-frein** : son rôle est d'assurer que le freinage du convoi – les voitures, wagons ou fourgons – se fasse en douceur. Selon ce que la locomotive remorque, la charge et donc la masse est plus ou moins élevée. Pour rappel, les rails et les roues sont lisses ; le coefficient de frottement entre les deux est donc très faible. Au début du chemin de fer, le mécanicien ne pouvait actionner que les freins de la locomotive. Il fallait donc une personne pour freiner le reste du convoi. Pendant que le train était en marche, le serre-frein était en observation depuis le fourgon situé en bout de convoi et communiquait avec le mécanicien grâce au sifflet. Une fois le train à l'arrêt, le serre-frein immobilisait le convoi à l'aide d'un frein à vis. Il devait également graisser les roues et nettoyer le phare.
- Le **conducteur** : contrairement à ce que son nom pourrait suggérer, le conducteur reste en dehors de la cabine. Sa tâche de superviseur lui confère toutefois un rôle essentiel car sans son autorisation, le train ne peut pas démarrer. Sur base du travail du mécanicien, il contrôle les différentes étapes de conduite et s'assure que le travail est bien fait : c'est le chef du train.

- Le **signaleur** : il vérifie s'il y a des problèmes sur la voie en voyageant dans le fourgon de queue.

f. La roue

Avez-vous déjà remarqué qu'une roue de train est différente d'une roue de voiture ? Son profil est étudié pour éviter le déraillement, essentiellement dans les trajectoires courbes. Contrairement à son homologue routier, elle est conique et non cylindrique. Elle possède également un boudin (1), appelé aussi contre-roue ou butée, sur la face interne pour la maintenir en place sur le rail. Ces paramètres sont indispensables pour aborder les virages.



Photos : Musée du CFV3V

Pourquoi les roues des trains ont-elles une forme conique ?

En voiture, le conducteur tourne le volant vers la droite ou la gauche et les roues pivotent sur l'axe pour tourner dans la direction souhaitée. Un train ne possède pas de volant et les roues suivent d'elles-mêmes les rails : comment est-ce possible ? Les roues sont solidaires et l'essieu sur lequel elles sont fixées par paires est rigide. Ainsi, elles adoptent la même vitesse de rotation*. Si elles étaient indépendantes l'une de l'autre, leur mouvement ne serait pas coordonné et le train dériverait.

La forme conique est la solution parfaite pour aborder les virages. Le rayon de courbure du rail extérieur est plus grand que celui du rail intérieur et parcourt donc une distance plus longue. Par analogie, c'est la raison pour laquelle les points de départ sont répartis à différents endroits sur une piste d'athlétisme.

Si elles étaient cylindriques, elles ne pourraient pas parcourir deux distances différentes sans décalage avec une vitesse de rotation identique. La forme conique rend cet exploit possible car un cône possède un rayon dégressif en allant vers la pointe. Quand le train aborde une courbe, ses roues glissent sur les rails. La roue interne roule sur son plus petit rayon alors que la roue externe est sur son gros rayon ce qui lui permet de tourner sans problème. Le boudin empêche la roue de quitter le rail.

Liens utiles :

<https://www.youtube.com/watch?v=gZ66w2nJHOc>

<https://www.youtube.com/watch?v=vkzgcJGdUnA>

Pourquoi les rails sont-ils inclinés ?

Les rails sont inclinés vers l'intérieur afin que leur point de contact avec les roues coniques soit perpendiculaire. S'ils étaient droits, ils s'écrouleraient vers l'extérieur en glissant sur la surface de la roue à cause du poids du train.

Focus : Le rail est lisse et dur, il réduit la résistance au roulement des wagons. Il faut un effort de 30 à 50 kg par tonne pour remorquer un véhicule à pneus sur une bonne route. Il ne faut qu'une force de 3 à 5 kg pour réaliser le même travail sur rails : il est donc possible de pousser des wagons de 10 tonnes ou plus à la main.

3. Voiture ou wagon

Les termes voitures et wagons sont devenus synonymes dans le langage courant. Pourtant, ils ont une signification bien particulière et distincte dans le monde ferroviaire. La voiture désigne les convois transportant des humains. Tandis que les wagons s'occupent de véhiculer des marchandises de toutes sortes.

LA LOCOMOTIVE FAIT SON CINÉMA

De nombreux tournages ont mis en valeur le patrimoine du musée des Chemins de Fer à Vapeur de Treignes. La restauration de nos locomotives, autorails et voitures sont tellement respectueuses du passé que leur authenticité attire les producteurs du monde entier. Petit tour d'horizon de nos superstars :

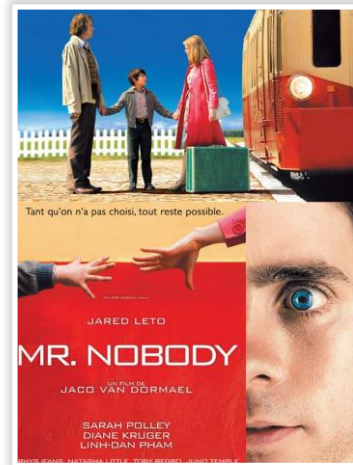
Mr. Nobody :

- Réalisateur : Jaco Van Dormael
- 2009
- Belgique, Canada, France
- Science-Fiction

En 2092, Nemo Nobody tente de se rappeler sa vie sur son lit de mort. Il est le dernier mortel dans un monde où l'humanité a gagné l'immortalité. Alors qu'il confie ses souvenirs à un psychiatre et à un journaliste, des contradictions apparaissent. Notre autorail Picasso apparaît à un moment clé : la séparation des parents de Nemo et sa vie s'il partait avec l'un ou l'autre.



Photo : Musée du CFV3V



Le voyage de Fanny :

- Réalisatrice : Lola Doillon
- 2016
- France
- Drame, Historique

Pendant la guerre, Fanny et ses sœurs se retrouvent sous la protection de Madame Forman qui tente de sauver des enfants juifs du joug allemand. Elle les envoie en train vers une destination plus sûre. Les événements ne se passent toutefois pas comme prévu et les compagnons d'infortune devront redoubler d'imagination pour fuir les Allemands et éviter les périls.

Le film a exploité les quais de Treignes ainsi que le modèle de voiture GCI.

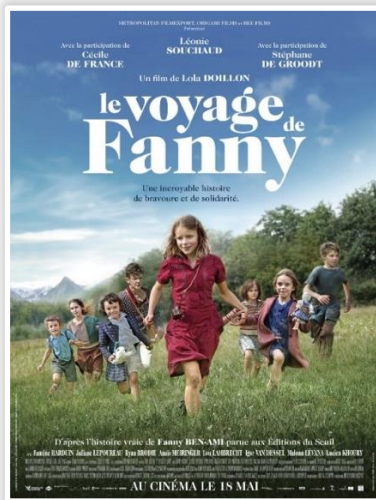


Photo : Musée du CFV3V

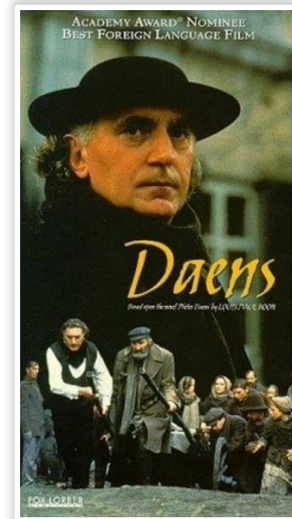
Daens :

- Réalisateur : Stijn Coninx
- 1992
- Belgique
- Drame, biopic

Ce film met en scène le combat de l'abbé Adolf Deans lorsqu'il se retrouve confronté à la misère des ouvriers d'Alost et aux conditions de travail révoltantes dans les industries textiles. L'année de cet épisode étant 1893, le moyen de transport le plus prisé est le train. La locomotive à vapeur SA01 et les voitures en bois ont eu l'honneur de transporter ce grand homme au cœur d'or, même s'il ne s'agissait que de son homologue cinématographique.



Photo : Musée du CFV3V



The Happy Prince :

- Réalisateur : Rupert Everett
- 2018
- Allemagne, Belgique, Italie, Royaume-Uni
- Drame, biopic

Oscar Wilde a défrayé la chronique en son temps en raison de son homosexualité qui lui a valu la prison et les travaux forcés. Une fois sa peine acquittée, il se rend à Paris où il se remémore sa vie, sa célébrité et ses déboires. Appauvri par son procès, il passera du confort des voitures de luxes aux banquettes en bois de nos voitures.



FOCUS SUR CERTAINES LOCOMOTIVES DU MUSÉE

1. La Type 1

Ce mastodonte est une locomotive à vapeur belge de Type 1 qui a tracté des trains de voyageurs. Elle est connue sous l'appellation *Pacific* car elle est inspirée du modèle créé par le constructeur américain Matthias Baldwin qui l'a surnommé ainsi pour commémorer sa toute première locomotive qui fut acheminée à travers l'océan Pacifique pour la Nouvelle-Zélande.

La Grande Guerre et la crise économique des années '30 engendrent la nécessité d'augmenter la vitesse des trains afin de rester concurrentiel. La SNCB lance le projet de la Type 1 en confiant sa création au Consortium des Constructeurs belges de Locomotives qui regroupe :

- Les Ateliers métallurgiques de Tubize
- La Société John Cockerill (Seraing près de Liège)
- Les Ateliers de construction de la Meuse basés à Sclessin (Liège)
- La Société anonyme des Forges, Usines et Fonderies de Haine-Saint-Pierre (La Louvière)

Elle roule à partir de 1935 sur le réseau belge.



Photo : Musée du CFV3V

2. AD 09

Cette petite locomotive est construite par Les Ateliers de construction de la Meuse à Liège dans les années 50. Il s'agit d'une locomotive-tender (un tender est un wagon remorqué par la locomotive transportant les réserves d'eau et de combustible) : les réservoirs d'eau sont disposés de chaque côté de la chaudière. De dimensions respectables, elle tractait des wagons de minerais dans le charbonnage de Waterschei près de Genk, dans la province du Limbourg, jusqu'à un faisceau d'échange où une locomotive de la SNCB reprenait le relais.



Photo : Musée du CFV3V

3. Type 53

La cuisinière. C'est le doux petit nom donné à cette locomotive en raison de la forme rectangulaire des soutes à eau. Cette locomotive de manœuvre est construite en 1906 par les Ateliers de Boussu. Elle est l'une des premières créations de l'ingénieur montois Jean-Baptiste Flamme. Le numéro d'immatriculation qu'elle arbore est celui qu'elle avait quand elle roulait pour les Chemin de Fer de l'Etat belge, avant la SNCB. Le système d'identification associe le genre de locomotive (voyageur, marchandise, etc.) et le numéro d'exemplaire. A l'époque, ce numéro est composé de quatre chiffres uniquement même quand les copies excèdent la centaine. C'est pourquoi cette locomotive de type 53 qui est le 320^{ème} exemplaire arbore le 5620 (5300+320).



Photo : Musée du CFV3V

A VOUS DE JOUER !

Voici quelques missions à proposer en classe pour préparer et/ou prolonger la visite du musée.

Afin de pouvoir satisfaire aux compétences de chaque groupe d'âge, nous avons classé les missions par thème et par niveau. Sentez-vous libre de voyager de l'une à l'autre et surtout, amusez-vous !



Photo : D. Maas et I. Eerens

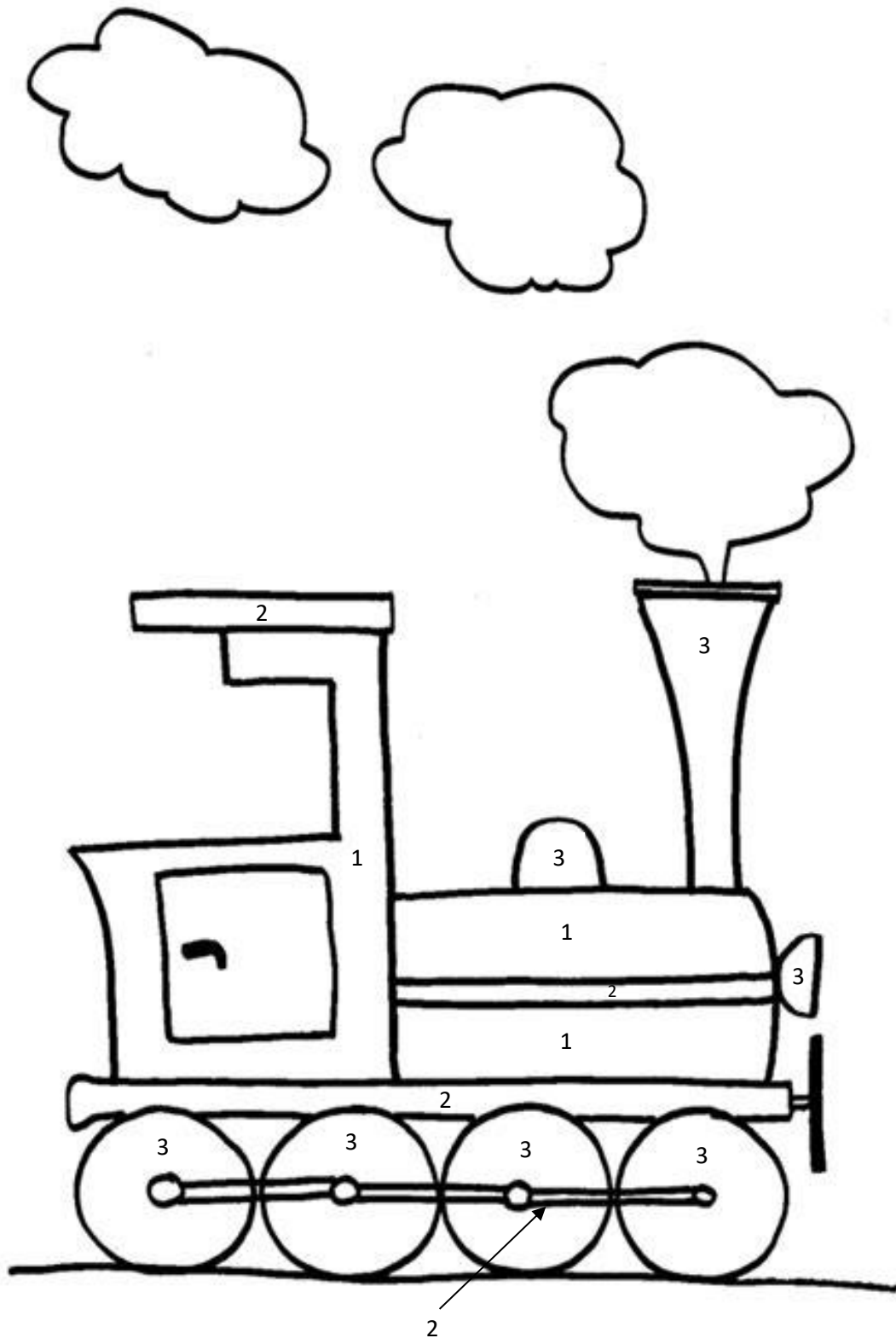
MISSION N°1 : À VOS CRAYONS !

Utilise le code couleur pour colorier la locomotive ci-dessous :

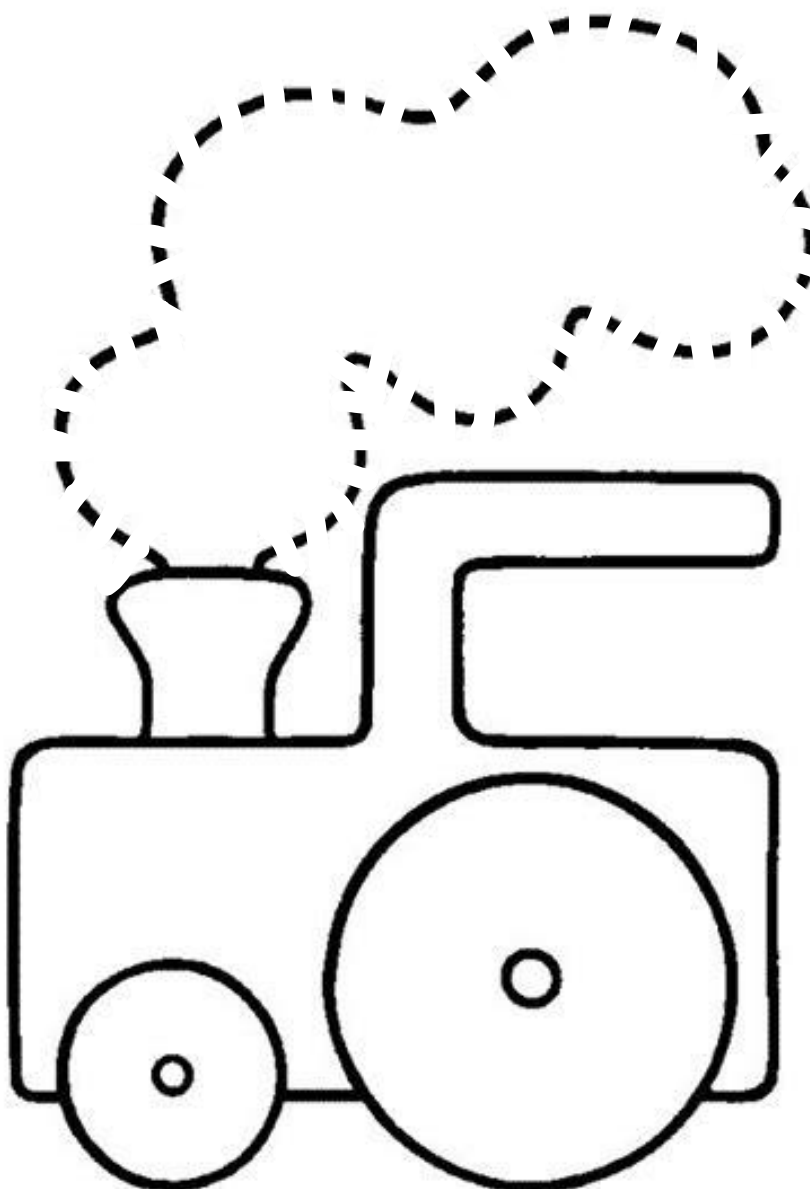
1 = VERT

2 = ROUGE

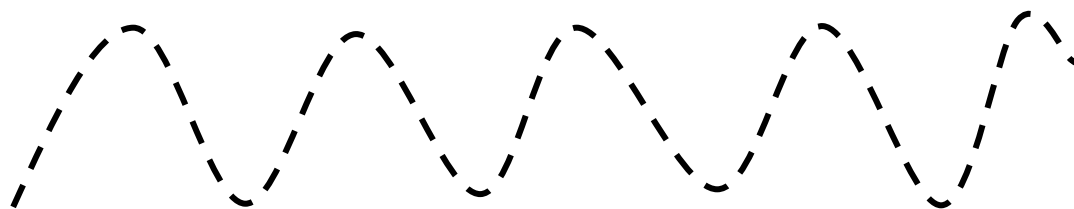
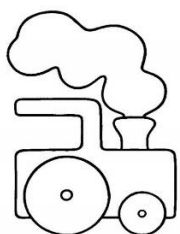
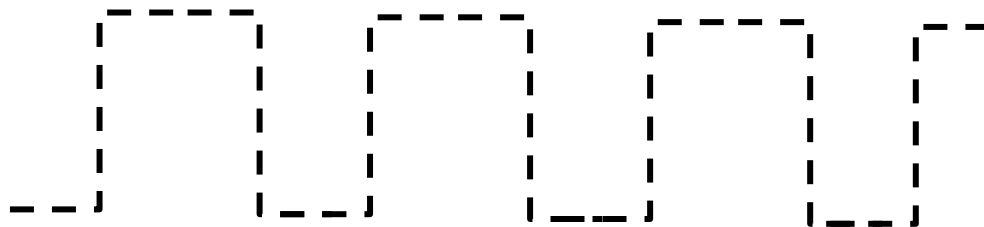
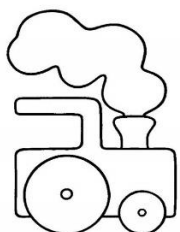
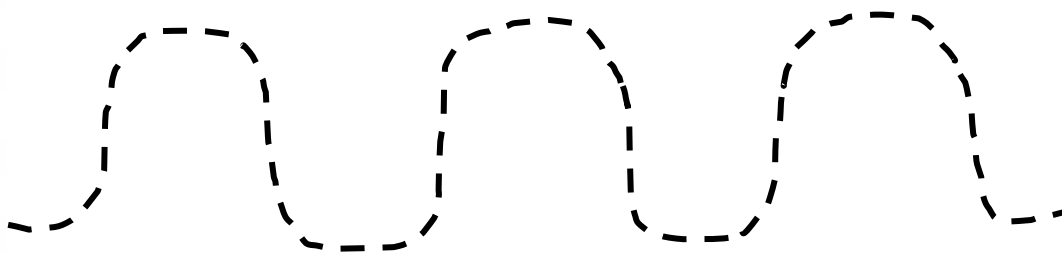
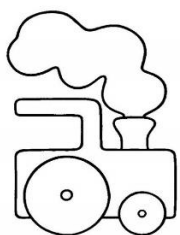
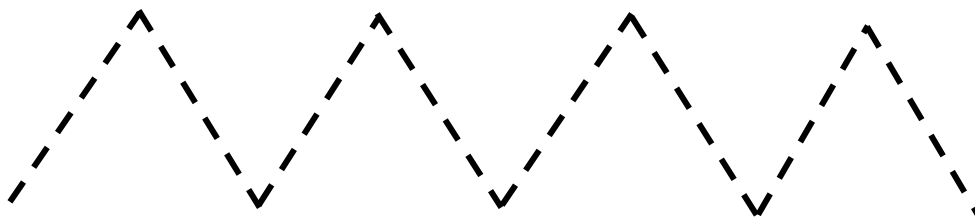
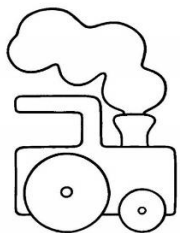
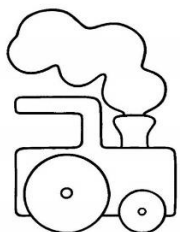
3 = NOIR



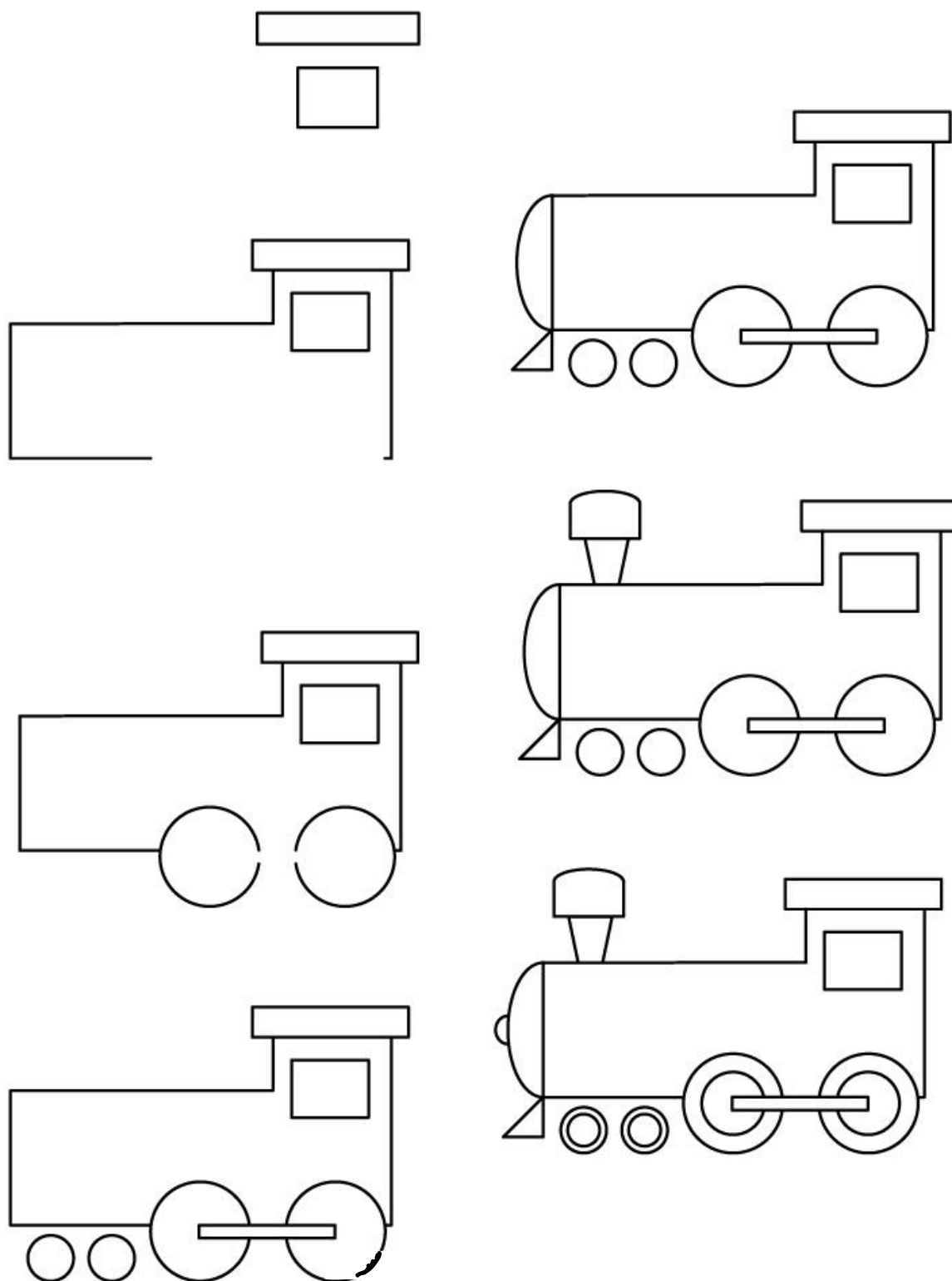
Trace le contour du nuage de vapeur sortant de la cheminée du train en suivant les pointillés, puis colorie le train.



Retrace le trajet de chaque train en suivant les pointillés :

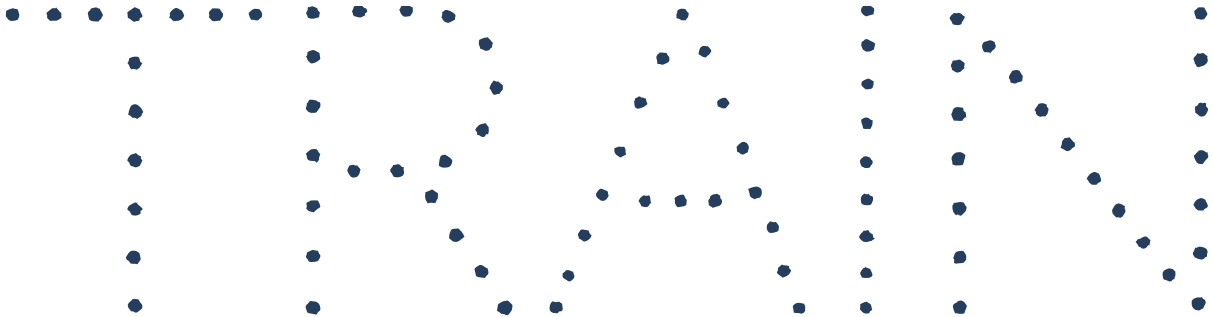


Suis les instructions pour dessiner une locomotive pas à pas :



MISSION N°2 : EXERCICE D'ÉCRITURE

Repasse sur les pointillés pour former le mot.



Recopie les mots le plus soigneusement possible.

locomotive

train

wagon

ticket

cheminée

Trouve l'intrus :

train TRAIN tarin train

gare rage gare GARE

EKIP képi képi képi

Retrouve tous les mots « train » dans la grille ci-dessous : combien en comptes-tu ?

T	R	A	I	N	N	T
R	Z	J	Z	A	T	R
A	T	B	E	T	R	A
I	Y	F	G	R	A	I
N	H	T	R	A	I	N
E	T	R	A	I	N	F
T	R	A	I	N	G	S

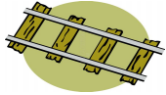
Mots fléchés imagés : écris les mots dans la grille en t'aidant des modèles dans l'encadré.



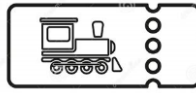
TRAIN



CLOCHE



RAIL



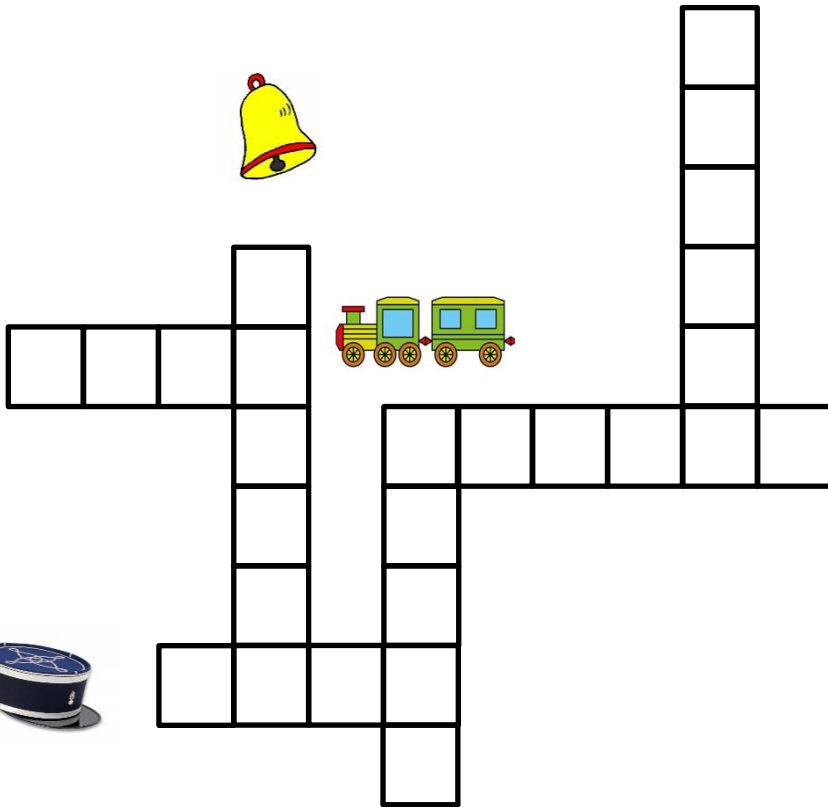
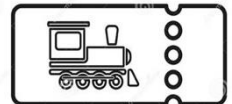
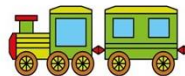
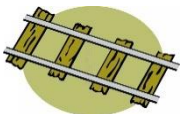
TICKET



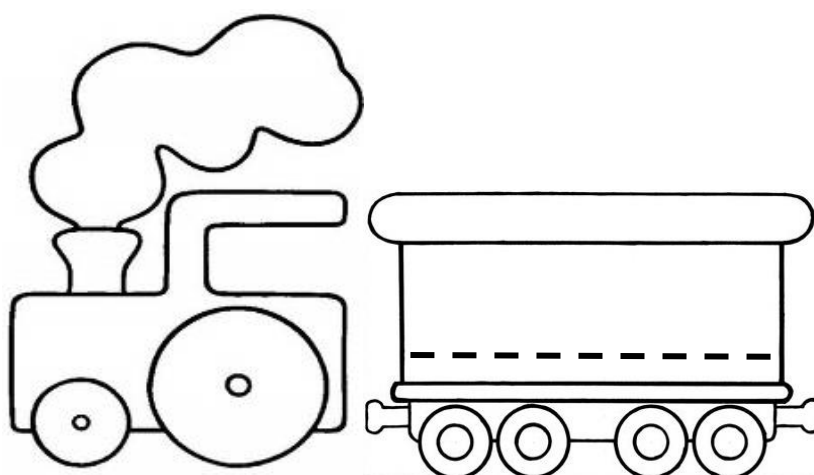
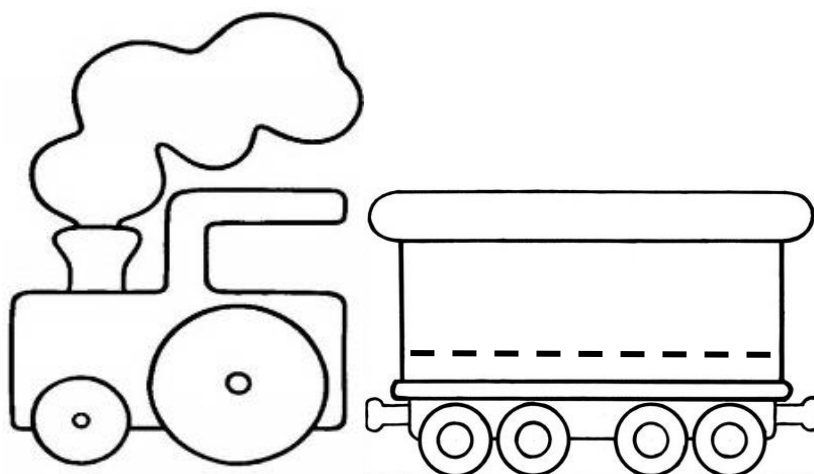
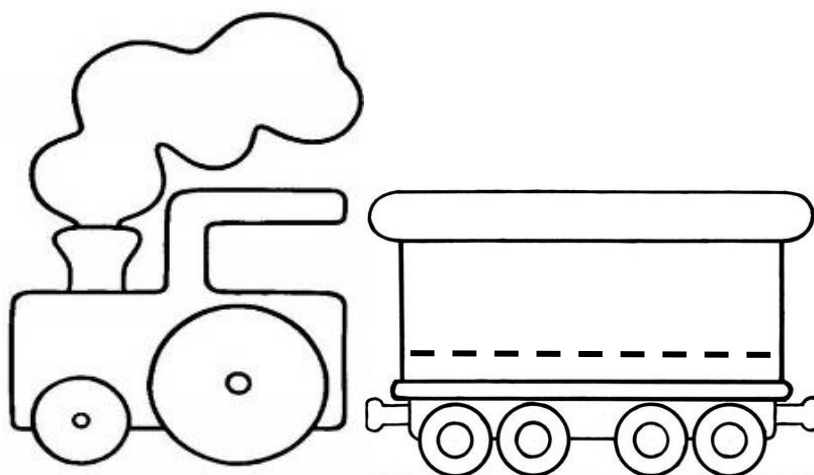
KÉPI



VALISE

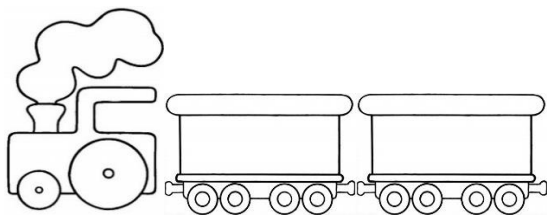
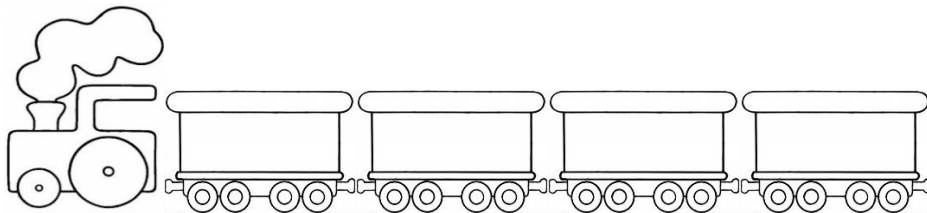
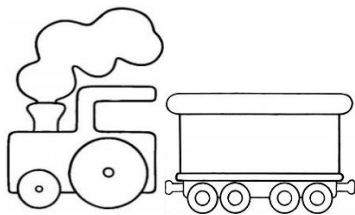
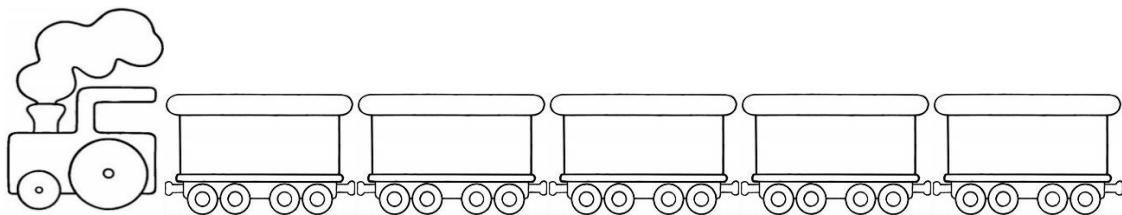
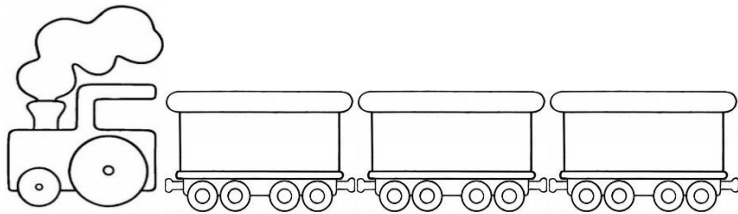


Écris ton prénom dans le wagon du train :



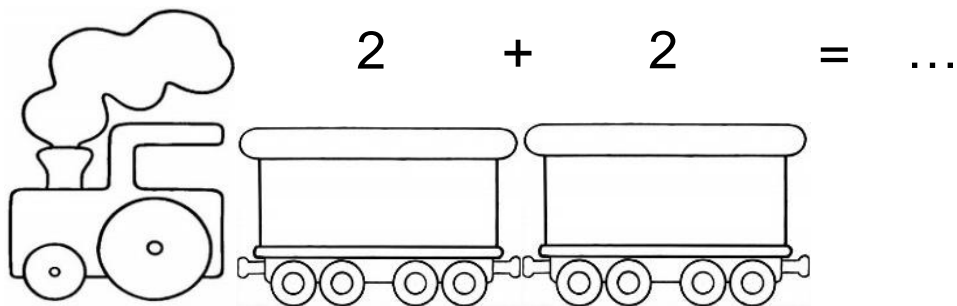
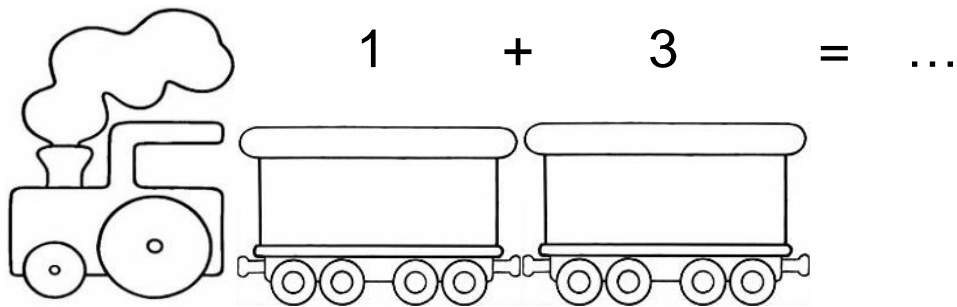
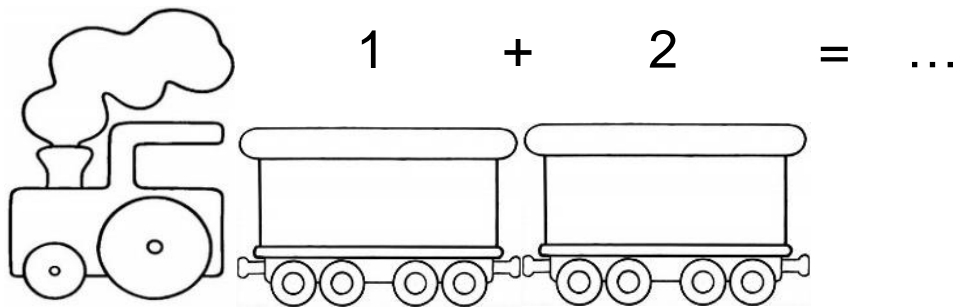
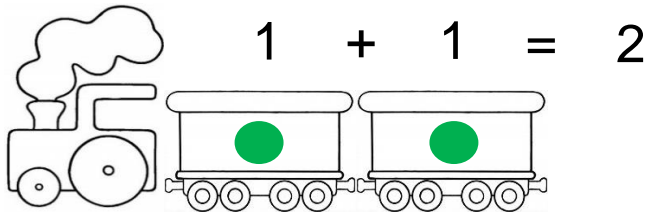
MISSION N°3 : EXERCICE DE CALCUL

Combien de wagons suivent la locomotive ? Compte-les et note le chiffre à côté du train.

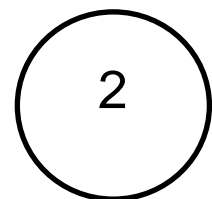
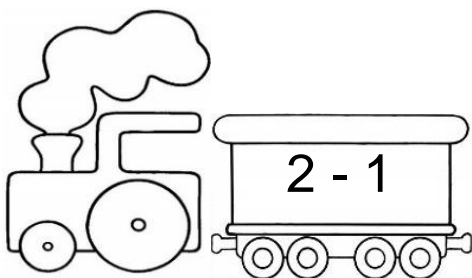
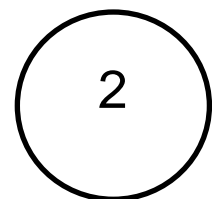
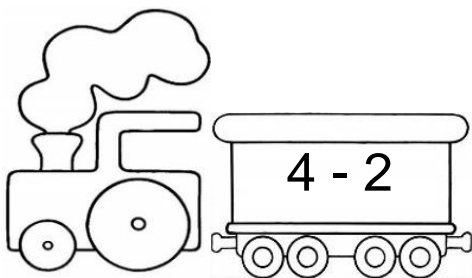
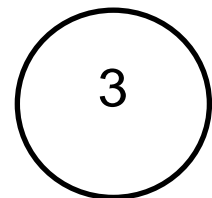
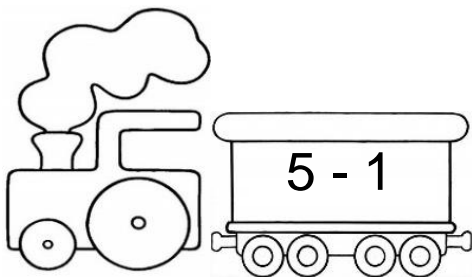
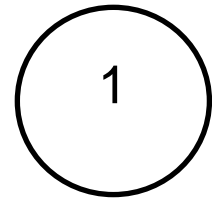
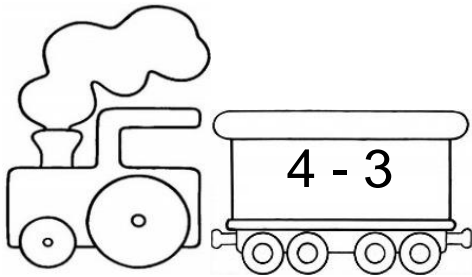
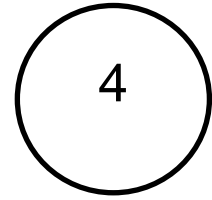
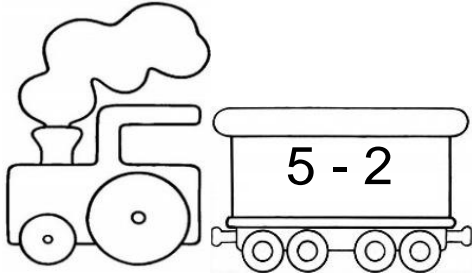
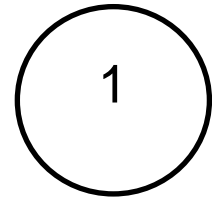
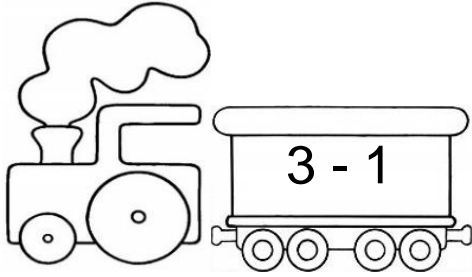


Résous les calculs en dessinant le nombre de points par wagon.

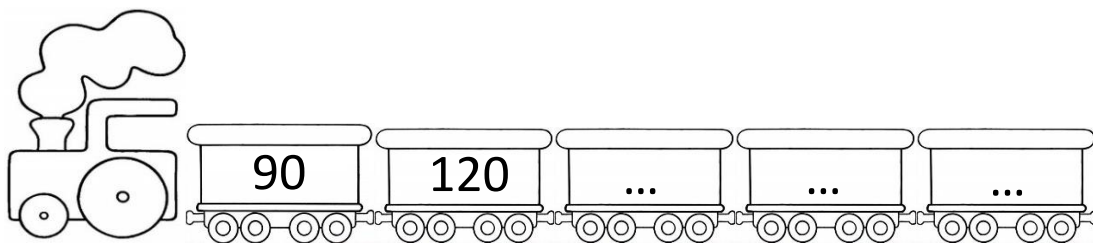
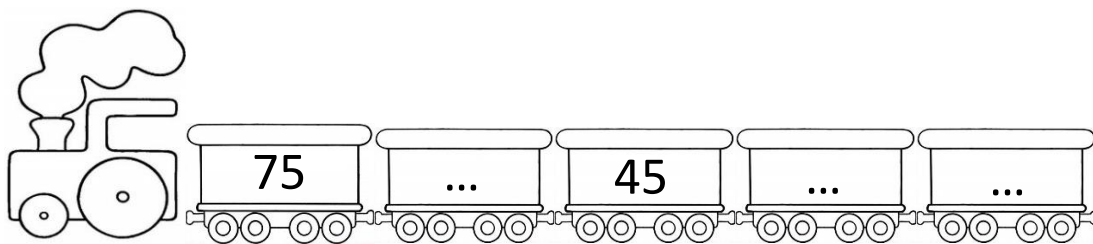
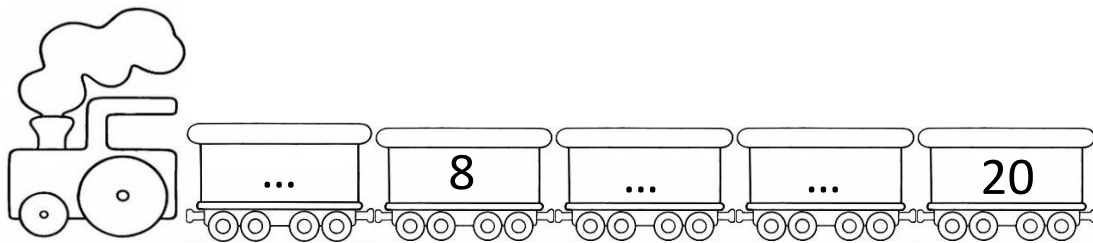
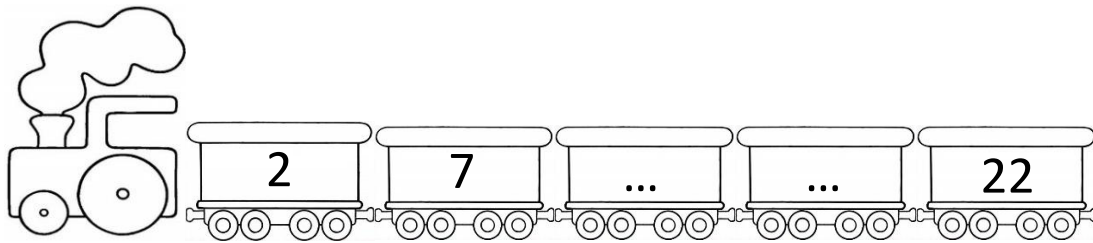
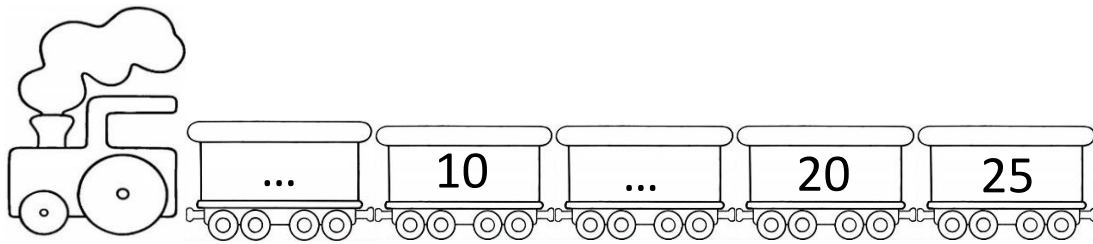
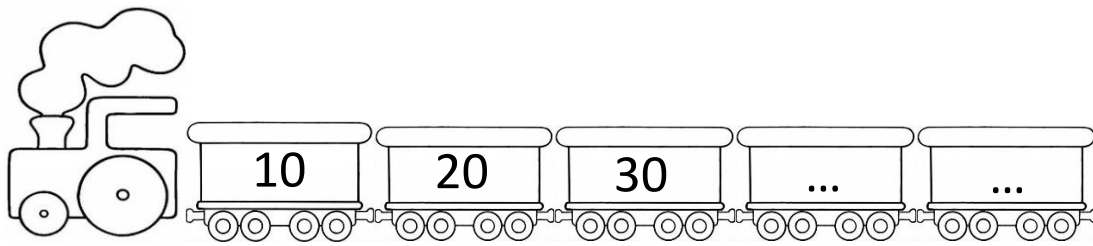
Par exemple :



Relie la soustraction à sa réponse.



Complète les séries.

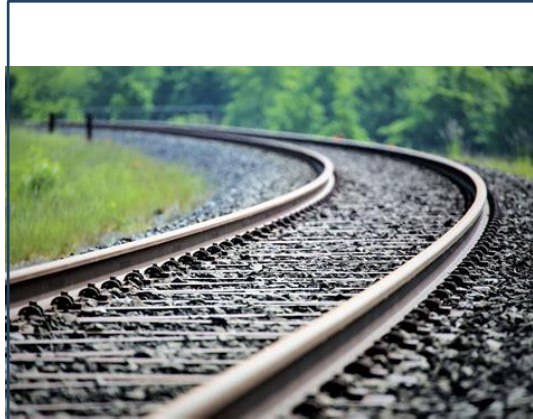


MISSION N°4 : NOMENCLATURE DU MONDE FERROVIAIRE

Voici quelques mots et leur représentation à utiliser pour l'apprentissage des mots, leur orthographe, la graphie ou tout simplement à imprimer pour en faire un mémo ou un lotto. Bon amusement !



Train



Rail



Locomotive



Wagon



Gare



Charbon



Képi



Sifflet



Panneau



Barrière



Cloche



Ticket



Valise



Foyer



Roue



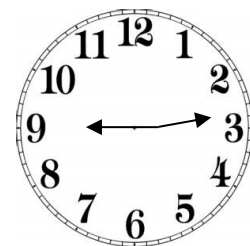
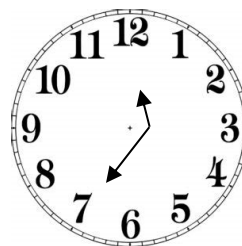
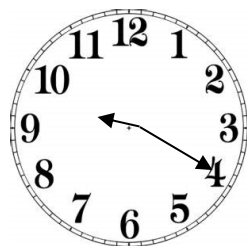
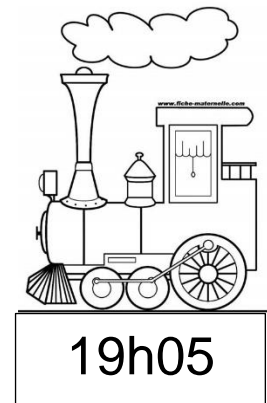
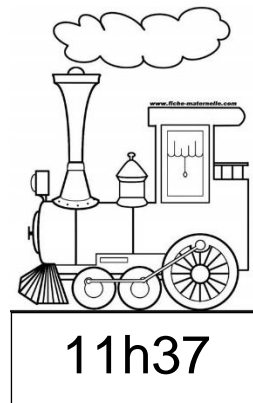
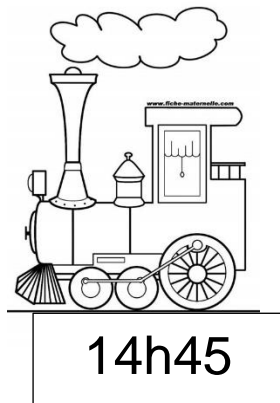
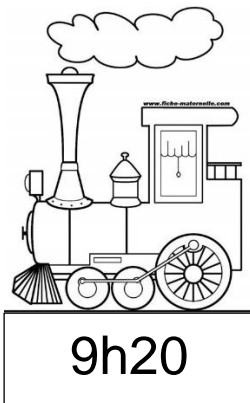
Tunnel

MISSION N°5 : QUELLE HEURE EST-IL ?



Tu as un train à prendre ? Il est donc impératif d'arriver à l'heure ! Tout est une question de ponctualité quand il s'agit de prendre un train. Voici quelques exercices à réaliser en classe. Commence par le premier et vois jusqu'où tu peux aller, l'essentiel est de s'amuser ! C'est parti !

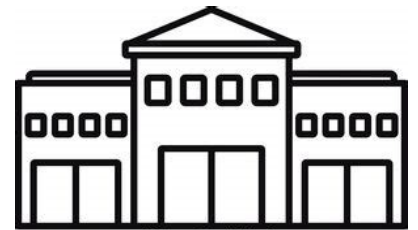
Exercice n°1 : Relie les trains à la bonne heure de départ.



Exercice n°2 : Les trains qui arrivent au musée de Treignes doivent impérativement repartir à Mariembourg. La durée du trajet est d'approximativement 40 minutes, mais cela peut varier en fonction de la météo, des imprévus sur les voies ou d'incidents techniques. Aide le conducteur à calculer l'heure d'arrivée des trains en tenant compte des informations qui te sont données.



Treignes



Mariembourg

Le train quitte Treignes à 10h et met 45 minutes pour arriver à Mariembourg.
Quelle sera l'heure d'arrivée du train ?

.....
.....
.....

Le train quitte Treignes à 13h15 et met 1h15 pour arriver à Mariembourg.
Quelle sera l'heure d'arrivée du train ?

.....
.....
.....

Le train quitte Treignes à 8h32 et met 1h28 pour arriver à Mariembourg.
Quelle sera l'heure d'arrivée du train ?

.....
.....
.....

Le train quitte Treignes à 15h met 1h pour arriver à Mariembourg avec une pause supplémentaire de 30 minutes à Olloy.

Quelle sera l'heure d'arrivée du train ?

.....
.....
.....

Le train quitte Treignes à 20h46, roule 23 minutes et doit s'arrêter 40 minutes sur la voie pour déplacer un arbre tombé, puis roule encore 45 minutes à petite vitesse pour arriver à Mariembourg.

Quelle sera l'heure d'arrivée du train ?

.....
.....
.....

Exercice n°3 : Observe le tableau ci-dessous et réponds aux questions.

ALLER	GARES	Km	Vapeur V 241		Vapeur V 243	
	Mariembourg Dépôt	0	11.30	<i>10</i>	14.20	<i>10</i>
	Nismes	3	11.39		14.29	
	Olloy sur Viroin (voie 1)	7	11.50		14.40	
	Vierves	10	/		/	
	Treignes	14	12.10	<i>1</i>	15.00	<i>1</i>
RETOUR	GARES	Km	Vapeur V 242		Vapeur V 244	
	Treignes	0	13.00	<i>1</i>	16.20	<i>1</i>
	Vierves	4	/		/	
	Olloy sur Viroin (voie 1)	7	13.20		16.40	
	Nismes	11	13.31		16.51	
	Mariembourg Dépôt	14	13.40	<i>10</i>	17.00	<i>10</i>

1. Combien de gares y a-t-il entre le dépôt de Mariembourg et Treignes ?
Peux-tu les nommer ?

.....

2. Dans quelle colonne vois-tu la distance entre chaque gare ?
Calcule les kilomètres entre Nismes et Vierves.

.....

3. Où te renseigne-t-on le type de train qui roule ?

.....

4. Pourquoi, d'après toi, y a-t-il deux colonnes avec des heures ?

.....
.....
.....
.....

5. Pourrais-tu calculer le temps d'arrêt à Treignes pour chaque voyage ?

.....
.....
.....
.....

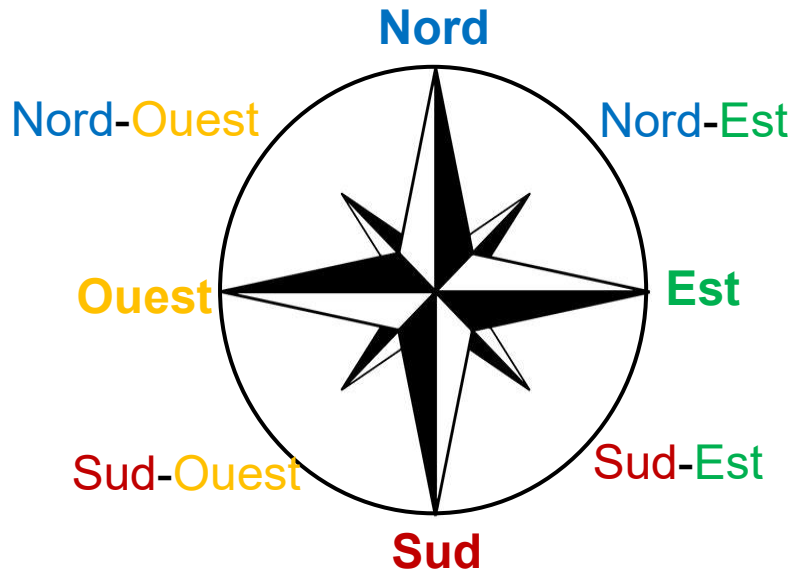
MISSION N°6 : GARE À TOI !

Il existe plusieurs expressions dans la langue française autour du mot « train » :
pourras-tu retrouver le sens de chacune d'elle ?

Nicolas n'avait pas bien compris les consignes et n'a pas encore fini ses exercices ; il a un train de retard .	a.	Mener un genre de vie exigeant de grandes dépenses.
Juliette me fera toujours rire avec ses blagues et ses grimaces : quel boute-en-train !	b.	Faire un bruit considérable.
Quel bruit !? Cette moto fait un train d'enfer .	c.	Très rapidement.
- Salut, quoi de neuf ? - Oh rien, le train-train quotidien.	d.	Suivre son cours.
Les stars du cinéma mènent grand train à bord de leur yacht.	e.	Personne qui met tout le monde en train, en gaieté.
À ce train-là , on n'est pas près d'arriver chez nous.	f.	Cours ordinaire des choses, de la vie.
Charlie est monté sur son vélo et est parti à fond de train prévenir ses parents.	g.	Suivre de près.
Depuis la rentrée, les cours vont leur train , tout se passe bien.	h.	Commencer l'exécution, l'utilisation de quelque chose.
Jacques est en train de préparer le repas avec sa maman.	i.	Ne pas avoir compris quelque chose et être en retard par rapport à la situation ou par rapport aux autres.
Je ne supporte pas les conducteurs qui me collent au train .	j.	S'associer tardivement à une action en cours.
Au début, il a fallu un peu de temps pour mettre les choses en train , mais à présent, le travail est plus efficace.	k.	Exprime le déroulement d'une action qui dure.
Cathy est arrivée en retard à la réunion et a dû prendre le train en marche .	l.	À cette vitesse.

MISSION N°7 : CAP AU NORD !

Profitons de ce voyage en train pour faire une petite course d'orientation dans la belle région du Viroinval : suis-moi !



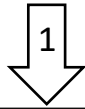
Commence par bien observer cette Rose des Vents : on distingue quatre points cardinaux (le Nord, le Sud, l'Est et l'Ouest) et quatre orientations intermédiaires (le Nord-Ouest, le Sud-Ouest, le Sud-Est et le Nord-Est).

Chacune de ces directions peut être abrégées en utilisant la première lettre de chaque terme. À toi de jouer : complète le tableau ci-dessous.

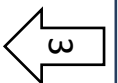
Nord	N
Sud	...
Est	...
Ouest	...
Nord-Ouest	NO
Nord-Est	...
Sud-Ouest	...
Sud-Est	...

Nos belles locomotives à vapeur sillonnent la vallée du Viroin de Mariembourg à Treignes.

En partant des trois points de départ (les croix rouges sur la carte), suis les indications des tableaux de la page suivante et note les deux lettres trouvées dans la case réponse : tu découvriras le nom du cours d'eau qui traverse cette splendide région.



BL	X	TU	MO	CS	SA	DN	IN	LX	FA
MARIEMBOURG	SE	HY	XG	PR	EQ	JT	DA	PL	RV
XO	UJ	KW	DOURBES	GS	HR	ZQ	AE	MAZÉE	IN
EH	TJ	AE	KU	CS	VIERVES	QF	DZ	CB	IN
AF	NISMES	TK	DELOY	WC	EJ	VZ	KI	UK	CB
JQ	GM	VI	HE	RA	LY	BE	AE	MO	RY
BS	QF	KT	RA	MO	AF	GB	LU	GS	JY
AD	EF	CS	FB	WF	KY	DS	KU	DE	X HJ
PO	GT	WK	GK	DZ	OIGNIES	LE MESNIL	GS	KU	ST
QR	FH	WF	RENESSART	KO	HT	DQ	AB	SJ	QH
DH	KF	TS	KG	MD	TU	EH	RO	NS	NS
EK	DK	LD	GT	BV	ZD	UX	QJ	KF	ZQ
ZX	JF	X ED	CV	KO	FX	AQ	PR	DV	NW



Départ n°1 :

S	E	NE	SE	S	SO
S	SE	S	SO	NO	N

Départ n°2 :

N	O	O	NO	NO	N
N	NE	S	SE	NE	E

Départ n°3 :

NE	N	NE	N	E	NE
SE	SO	S	SE	E	N

Le nom de la rivière est le :

...
-----	-----	-----

MISSION N°9 : LES CHANGEMENTS D'ÉTATS DE L'EAU

Les locomotives du Musée des Chemins de Fer à Vapeur roulent essentiellement grâce à deux ressources naturelles : le charbon et l'eau. Le charbon sert de combustible pour chauffer l'eau qui se transforme en vapeur. Et si nous allions voir cela plus loin...

L'eau peut se présenter sous trois états physiques :

- L'état **liquide** (l'eau du robinet)
- L'état **solide** (un glaçon)
- L'état **gazeux** (la vapeur qui sort en colonne de la locomotive)

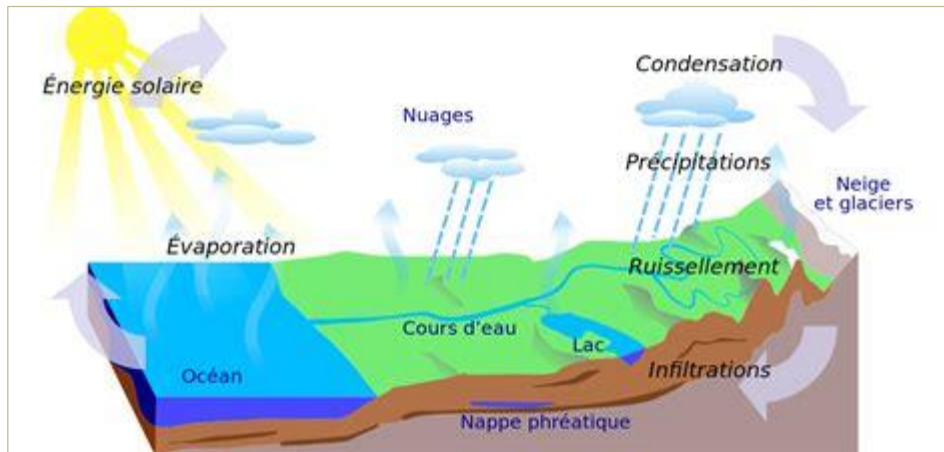
Le passage d'un état physique à un autre s'appelle un **changement d'état**.

Sauras-tu retrouver les trois états de l'eau dans les images suivantes ?



Sais-tu que la quantité d'eau sur Terre n'a pratiquement pas varié depuis sa création, il y a 4,5 milliards d'années ? Cela s'explique grâce au **cycle de l'eau**, qui est un phénomène par lequel toute l'eau qui s'évapore vers l'atmosphère retombera un peu plus tard vers le sol sous forme liquide (pluie) ou solide (neige, grêle) et inversement : le cycle se poursuit donc indéfiniment.

Voici une image qui illustre clairement ce phénomène :



Je te propose l'expérience suivante :

1. Place 50 cl d'eau au congélateur et attends une nuit : que constates-tu ?
2. Sors le résultat obtenu du congélateur et place-le quelques instants près d'une source chaude (sur un radiateur ou au soleil, par exemple) : que se passe-t-il ?
3. Réutilise cette eau dans une casserole à couvercle transparent et mets-la à chauffer. Observe l'eau à travers le couvercle : que vois-tu ?
4. Mesure la quantité d'eau finale : qu'en déduis-tu ?

Comme son nom l'indique, la locomotive à vapeur fonctionne grâce à la vapeur d'eau. Cette technologie exploite la force motrice de la vapeur d'eau portée à haute pression et transforme l'énergie thermique (la chaleur) en énergie mécanique (une action, un travail). Je te propose de regarder cette courte vidéo pour bien comprendre ce phénomène : <https://tinyurl.com/2nkpda25>

On constate – à travers cette vidéo – que l'eau chauffée puis transformée en vapeur produit une certaine force qui est ensuite utilisée pour faire avancer la locomotive.

C'est assez incroyable, tu ne trouves pas ?! Voici une dernière petite expérience pour illustrer l'action de l'eau chauffée :

1. Prends une bouteille de plastique vide et accroche un ballon à son goulot.
2. Place la bouteille sous le robinet d'eau chaude et observe ce qui se passe.
3. Place ensuite la bouteille sous le robinet d'eau froide et observe à nouveau.

Observation : L'eau chaude fait gonfler le ballon, l'eau froide le dégonfle. En fait, l'air chaud occupe plus de place que l'air froid car l'agitation des molécules augmente et elles prennent plus de place. L'énergie thermique liée à l'agitation des molécules peut être condensée de telle manière à créer une force motrice, comme c'est le cas pour les locomotives à vapeur. C'est aussi simple que ça !

MISSION N°10 : D’OÙ VIENT LE CHARBON ?

Le charbon est une roche sédimentaire combustible...

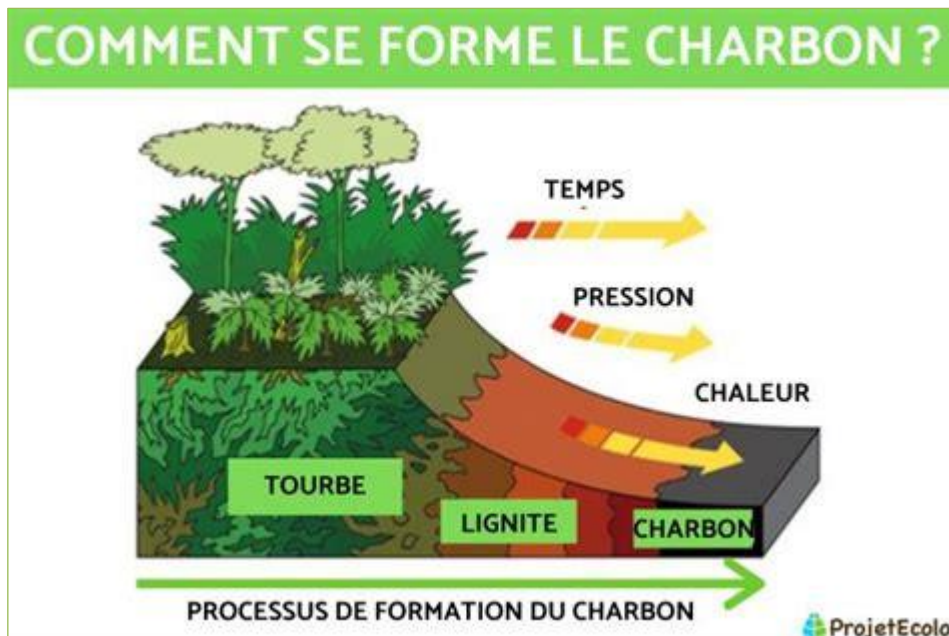
Que de mots... Voyons-les un par un :



- Le charbon est une **roche** car c’est un matériau issu de l’écorce terrestre ;
- Le charbon est un **sédiment** car il est formé à partir de la dégradation partielle de matières végétales ;
- Le charbon est un **combustible** car il génère de la chaleur.
- Le charbon est naturellement de couleur noire et sa taille (son calibre) est variable.

Il faut une épaisseur de 1.000 mètres de végétaux en décomposition pour obtenir environ 50 mètres de charbon, et la transformation se fait sur une période de plusieurs millions d’années. Les gisements de charbon se trouvent sous la terre et il doit donc être extrait du sous-sol pour être utilisé.

Voici une image qui illustre la formation du charbon à travers le temps :



Le charbon comme le pétrole et le gaz naturel sont appelés « énergie fossile » car tout trois proviennent de la lente décomposition de matières organiques contenues dans le sol. Leur quantité est limitée, il faut donc pouvoir exploiter ces ressources sans les épuiser.

Dans une locomotive, le charbon est inséré dans le foyer par le chauffeur. Contrairement à l'usage actuel du mot, le chauffeur était chargé de chauffer la chaudière et l'alimenter en eau pour produire la vapeur nécessaire à la traction du train. C'était un métier qui exigeait beaucoup d'attention et de muscles. Pour devenir chauffeur d'une locomotive au musée de Treignes, il faut se former pendant minimum 2 ans. Ça t'intéresse ?

D'après toi, est-ce que le charbon utilisé pour allumer le barbecue est le même que celui utilisé dans les locomotives ?

Le charbon vendu pour cuire les saucisses en été est du charbon de bois qui est obtenu en carbonisant (en brûlant) du bois. Il ne s'agit donc pas du même charbon.

LEXIQUE

Autorail : Véhicule ferroviaire qui possède une cabine de conduite à chaque extrémité. Les voyageurs sont placés au centre.

Bielle : Tige possédant des articulations aux deux extrémités. Elle permet d'engendrer un mouvement.

CFV3V : Chemin de Fer à Vapeur des Trois Vallées, asbl-sœur du musée de Treignes. C'est avec elle que l'aventure ferroviaire touristique a commencé.

Champignon : Sur une section transversale d'un rail, on distingue le patin qui s'appuie sur la traverse, le champignon qui constitue le chemin de roulement, et l'âme, filet vertical, qui relie le champignon au patin.

Cokerie : Usine qui comporte des fours à chambres de grande capacité, dans lesquels on fabrique du coke métallurgique, et dont les sous-produits (goudrons, benzols, gaz divers) sont la base de la carbochimie.

Dilatation : Fait de se dilater ; augmentation du volume d'un corps sous l'influence d'une variation de température.

Essieu : Pièce (ou ensemble de pièces) supportant les roues d'un véhicule à ses extrémités, disposée transversalement sous le véhicule.

Fonderie : Installation métallurgique dans laquelle on fond les métaux ou les alliages, et où on les coule dans des moules pour leur donner la forme d'emploi.

Haut fourneau : Appareil à cuve, chauffé au coke, où s'effectuent la réduction puis la fusion réductrice des minerais de fer, et l'élaboration de la fonte ou de certains ferro-alliages.

Houille : Charbon de terre qui a remplacé le charbon de bois dans les industries métallurgiques. Cette roche sédimentaire est prélevée dans les mines.

Piston : Pièce placée dans un cylindre dont le va-et-vient exercé par la vapeur entraîne le mécanisme de la bielle-manivelle qui actionne les roues du train.

Rotation : Mouvement d'un corps autour d'un point, d'un axe fixe, matériel ou non.

Xylophage : Se dit des insectes qui se nourrissent de bois.