



Les trains

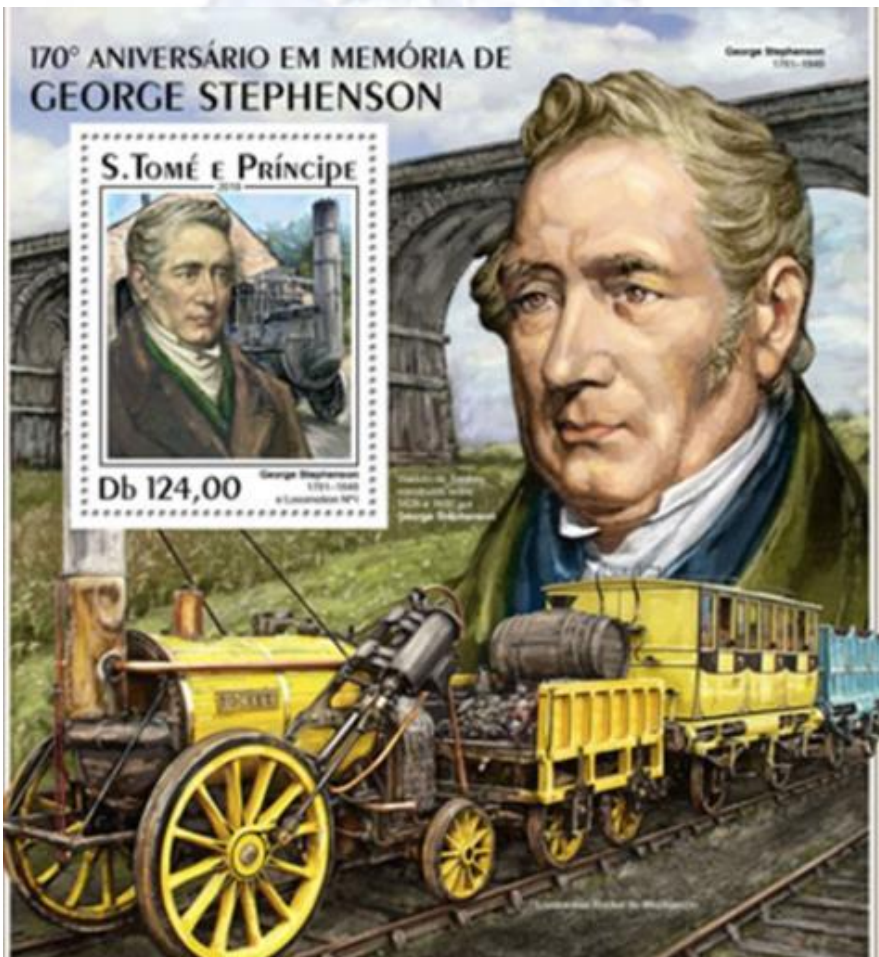
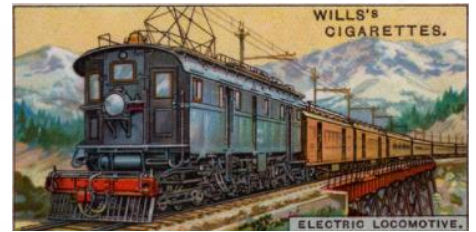
COLIS POSTAL
au-dessus de 15
jusqu'à 20 KGS

II DOMICILE

Georges Stephenson fait partie des « pères fondateurs » du chemin de fer à vapeur. En 1817, il met au point sa première vraie locomotive, qui peut remorquer un train de charbon de 70 tonnes. En 1825, nouvelle étape : Stephenson sort une machine qui roule à 30 kilomètres à l'heure. Le jour de l'inauguration de la ligne marchandise Stockton-Darlington on accroche à celle-ci un wagon rempli de musiciens : c'est aussi le premier train de voyageurs.

La voie normale, aussi appelée « écartement de Stephenson », est une voie ferrée dont l'écartement des rails est de 1 435 millimètres.

Les inventeurs ferroviaires les plus connus : Pullman, Crampton, Diesel, Westinghouse...

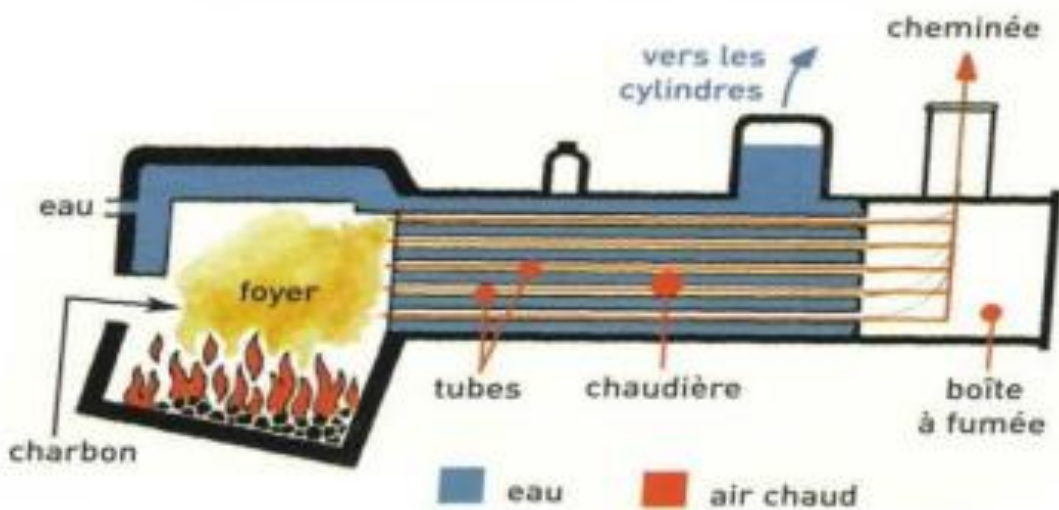


Stephenson, l'inventeur

Marc Seguin (1786-1875) fut notamment l'inventeur du principe de fonctionnement par tubes pour la vapeur.

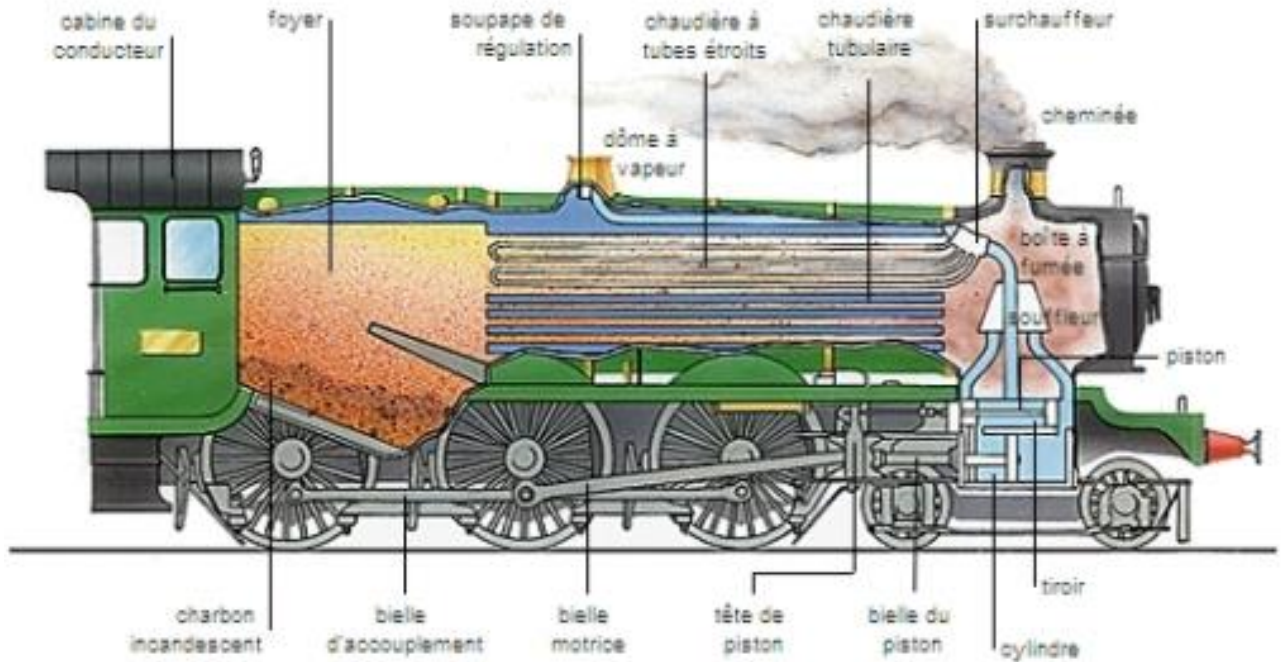
Denis Papin (1647-1713) est connu notamment pour ses travaux sur la machine à vapeur.

Nicolas Joseph Cugnot (1725-1804) est un ingénieur militaire français, connu pour avoir conçu et réalisé, entre 1769 et 1771, le premier véhicule automobile jamais construit. Il s'agit d'un fardier d'artillerie, mû par une machine à vapeur à deux cylindres, conservé en parfait état au musée des arts et métiers à Paris.



Les origines de la machine à vapeur

Dans une locomotive à vapeur, le charbon brûle dans le foyer pour pousser la vapeur dans la chaudière à tubes de fumée. La vapeur se rassemble dans le dôme avant de passer vers le surchauffeur et le tiroir. La soupape du piston de tiroir permet alors à la vapeur à haute pression de pénétrer dans le cylindre, où elle se détend, repoussant le piston dans le cylindre. L'énergie est transmise par la bielle du piston, la bielle motrice et la bielle d'accouplement vers les roues. La vapeur utilisée s'échappe par la cheminée.



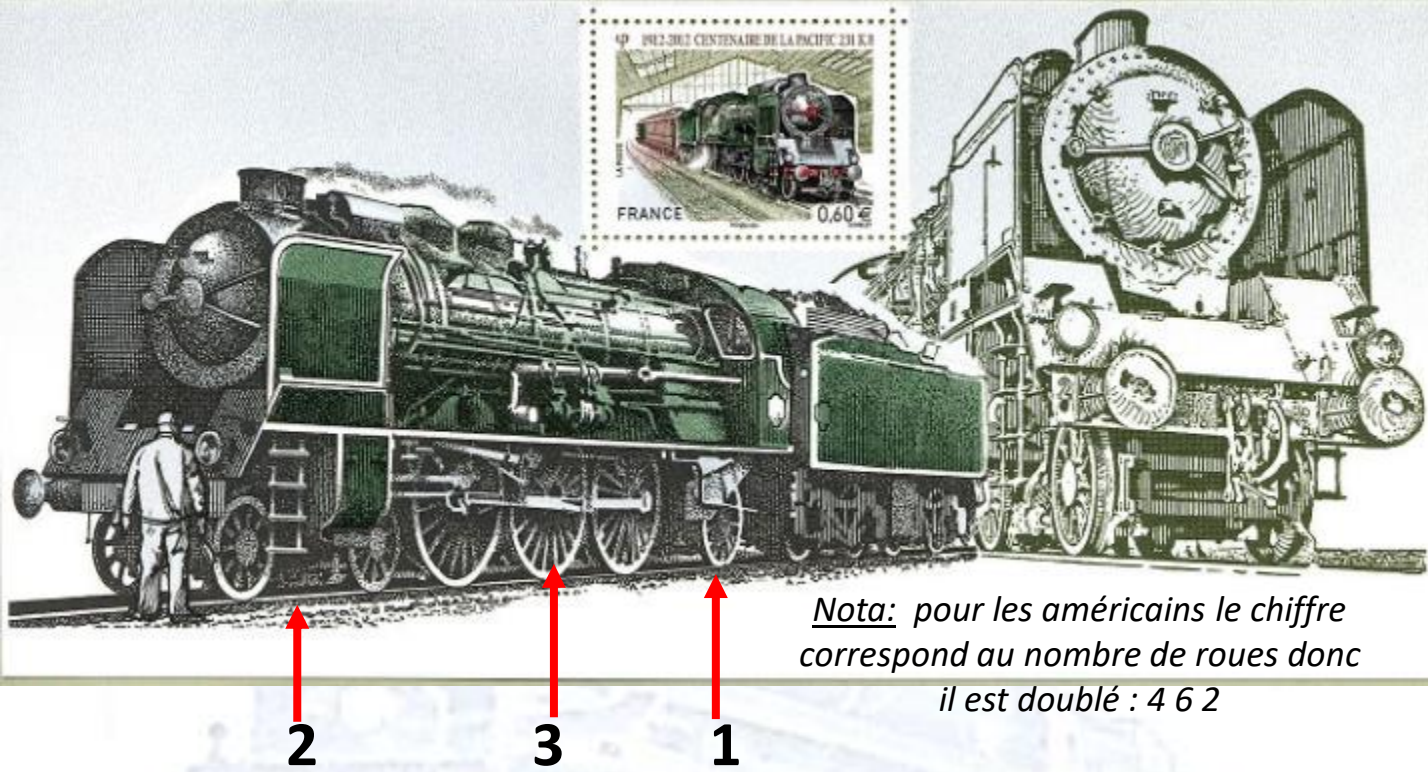
La locomotive à vapeur

La **numérotation** des locomotives à vapeur était basée sur la disposition de leurs essieux et désignée par 3 chiffres.

Le premier désigne le nombre d'essieux porteurs à l'avant,

Le deuxième, le nombre d'essieux moteurs (reliés à l'embielage)

Le troisième, le nombre d'essieux porteurs à l'arrière.



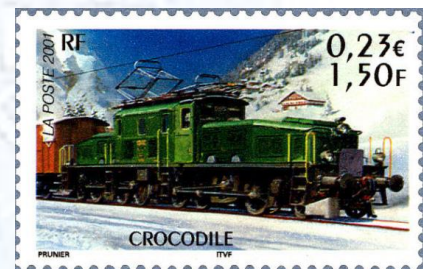
Pour les locomotives diesel et électriques, la désignation de l'engin moteur correspond toujours au comptage des essieux depuis l'avant de la locomotive vers l'arrière. La nouveauté vient du fait qu'un essieu moteur est désigné par un A, un groupe de deux essieux moteurs par un B (d'où la **BB** bien connue), un groupe de trois essieux moteurs par un C.



1955 : record mondial de vitesse 331km/h



CC



Nota: les chiffres après BB et CC indiquent la gamme de tension électrique

La numérotation (1)

Le matériel ferroviaire est de plus en plus composé de rames ne comportant pas de locomotive. Dans la pratique, les organes moteurs sont répartis dans la rame, sous la caisse ou sur le toit afin de libérer de l'espace pour installer des voyageurs.

Quand ce type de matériel est électrique, il est nommé « **automotrice** ». Les automotrices sont désignées par un Z.

Quand ce type de matériel est à propulsion diesel, il est nommé **automoteur** s'il comporte plusieurs éléments et **autorail** s'il est composé d'un élément unique. Ils sont tous les deux désignés par la lettre X.



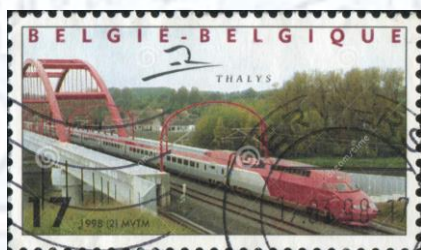
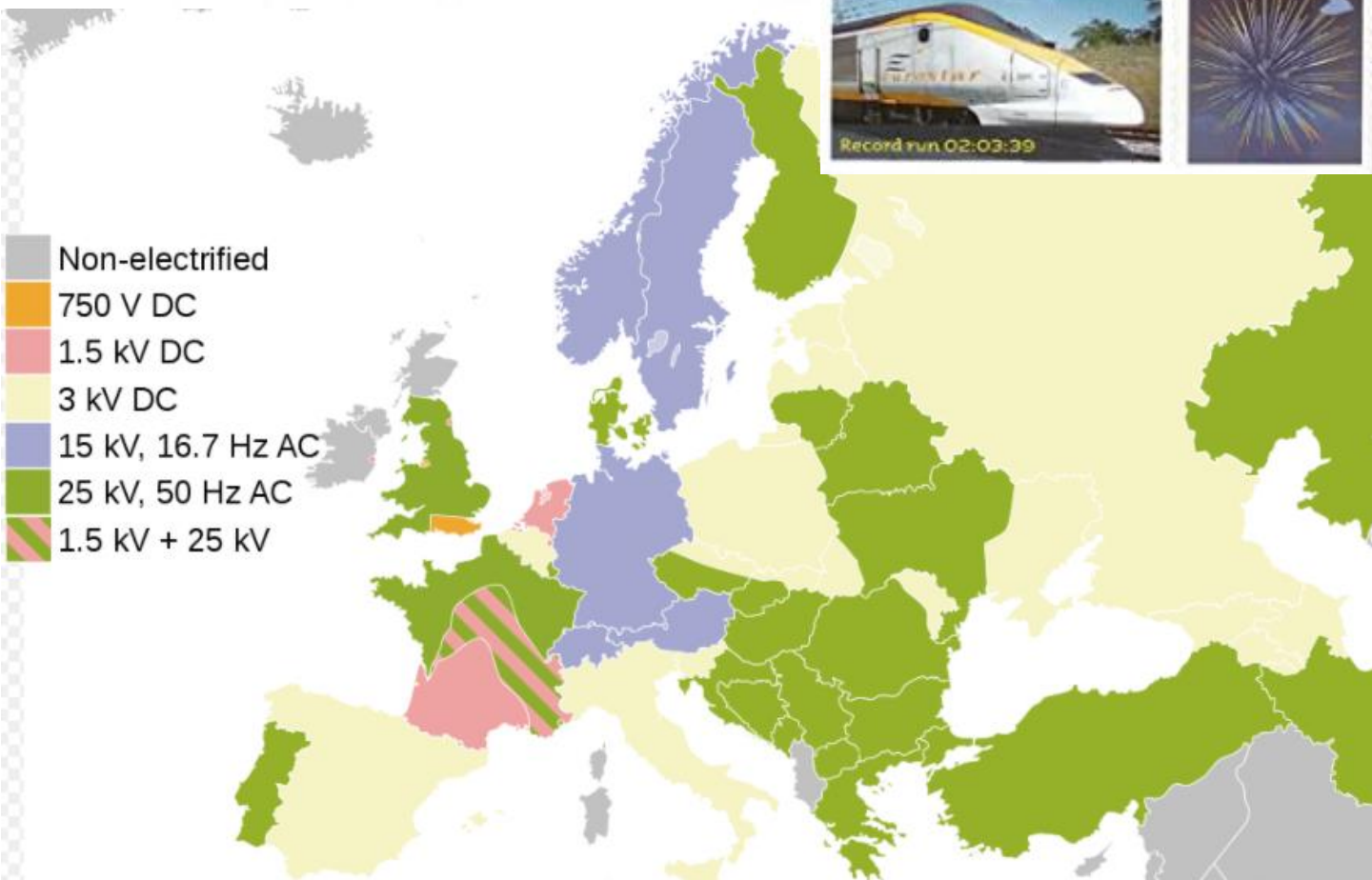
Les motrices des TGV reprennent le principe de numérotation des locomotives électriques mais sont désignés comme TGV et non comme BB.



Les trains sont alimentés en courant alternatif haute tension ou en courant continu. L'alimentation passe par un troisième rail ou une caténaire et le retour de courant se fait par les rails de la voie ou un quatrième rail dédié.

Les trains doivent souvent passer d'un système à l'autre, et donc disposer de locomotives polytensions ou polycourants capables de fonctionner sous des courants de différents types. Ex : le **Thalys** est quadritensions, l'**Eurostar** est tritensions.

De plus il faut alimenter les systèmes auxiliaires qui sont l'éclairage, le chauffage, la climatisation, etc..



Le casse tête de l'électrification des réseaux

Cette carte de France montre le courant utilisé en France, il y a des liaisons entre grandes villes qui nécessitent donc des motrices bi-courant.

Le courant est fourni par 530 sous-stations.

Entre le 1500V continu et le 25 KV monophasé à 50 Hz on trouve des zones neutres pendant lesquelles le conducteur de la machine change de pantographe après avoir ouvert le disjoncteur correspondant.

En 1500V les sous-stations sont espacées de 15 kms et en 25KV de 50 kms.



- Montargis - Nevers - Clermont-Ferrand
- Poitiers - La Rochelle
- Marseille - Toulon - Nice (Vintimille)

Lignes en 25000 Volts (25 k V) monophasé enclavées sur des régions 1500 Volts (1,5 k V)

L'électrification du réseau français

La ligne Valenciennes-Thionville était un axe stratégique pour les transports nécessaires à la sidérurgie, son électrification fut décidée après bien des débats politiques (mines/sidérurgie, pétrole, dépenses..), militaires (éviter une occupation de la France par les Allemands, qui utilisaient le courant alternatif) et techniques (apparition d'un nouveau système d'électrification: le monophasé 25 000 volts, de fréquence industrielle 50 Hz qui bouleverse ce mode de traction).



L'ouverture de la ligne Valenciennes-Thionville à la traction électrique marque une étape décisive dans la constitution d'un complexe industriel moderne, groupant les deux grandes régions minières et métallurgiques du Nord et de la Lorraine. Cette nouvelle ligne électrifiée renforcera la position de l'industrie française au sein de la Communauté européenne du Charbon et de l'Acier.

Le Nord et la Lorraine, représentant alors ensemble 77 % de la production de charbon français, 93 % de minerai de fer et 90 % d'acier.

1^{ère} ligne électrifiée française sur le réseau Valenciennes-Thionville

La fin des locomotives à vapeur est dû au cout du charbon, à un rendement énergétique très faible (7%) à la maintenance (mise en œuvre et arrêt) et à la conduite (besoin d'un chauffeur et d'un mécanicien) bien qu'elles soient 15 fois plus fiables et moitié moins chères que leurs équivalentes électriques et diesel.

La locomotive diesel n'est pas performante : elle a pour elle une mise en œuvre facile et rapide, une conduite simple à un seul homme, l'absence d'installations fixes coûteuses. Mais pour être performante, il faut une marche en unités multiples à l'américaine en tête de trains de marchandises immenses ou de trains de voyageurs rares et lourds, ce qui ne correspond, en fait nullement à la disposition géographique du réseau ferré français.

Près de 16 000 kilomètres de lignes ferroviaires (sur 30000 kms exploités) sont électrifiés en France (40% en 1 500 V continu, 60% en 25 kV alternatif). Sans traction électrique point de métro (tunnels!) ou de lignes urbaines (bruit, fréquences). le premier intérêt du 50 Hz est de puiser directement l'énergie nécessaire à la traction auprès des grands fournisseurs d'électricité.



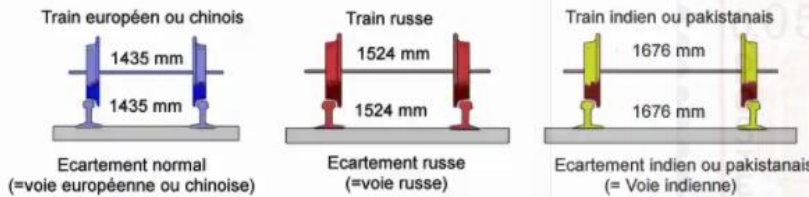
Charbon vs diesel vs électricité aux chemins de fer

L'écartement des rails est la distance séparant le flanc interne des deux files de rails d'une voie ferrée. L'écartement de 1435 mm (4 pieds 8 pouces et demi) est le plus utilisé dans le monde (60 % des lignes) et 37 écartements dans le monde.

Les origines : Les 1ères grandes routes ont été construites par l'Empire romain, pour accélérer le déplacement de ses légions et de ses chariots de guerre. A force de trafic, les dalles des routes se sont creusées pour dessiner des ornières. Au lieu de les combler, les Romains ont imposé un espacement des roues. Pourquoi ?

Les chariots étaient tirés par deux chevaux qui, galopant côte à côte, devaient être suffisamment séparés pour ne pas se gêner. Afin d'assurer une meilleure stabilité du char, ses roues ne devaient pas être dans la continuité des pieds des chevaux galopants ; et ces mêmes roues ne devaient pas être trop espacées afin d'éviter une collision lors du croisement de deux chars. **D'où la largeur d'un essieu de chariot (cependant sujet à caution et ce serait simplement les ateliers de Stephenson qui seraient à l'origine de cette dimension!)**

En Angleterre, les constructeurs de chariots sont devenus des constructeurs de tramways puis de lignes de chemins de fer. Et ils ont imposé avec leurs locomotives ce standard à l'Europe et aux USA.



Nota 1 : En Europe, certains pays pensaient que l'incompatibilité des réseaux ferroviaires pouvait prévenir tout risque d'invasion par les trains militaires. Par la suite, ce choix a été un obstacle au développement du commerce international.

Nora 2 : Pendant la guerre de sécession, le nord était libéral et chaque état avait sa norme de largeur de rail. Les sudistes ont été très gênés pour faire circuler leur troupes.

On parle de wagons pour les marchandises et les animaux, et de voitures pour les passagers, même si certains véhicules historiques, ceux de la CIWL (compagnie des wagons-lits et des grands express européens), arboraient le nom de wagon-lit ou de wagon-restaurant.

Le fourgon du chemin de fer est un véhicule d'accompagnement des trains (ex fourgon à bagages, chaudière, porte automobiles, à frein..).

Le fourgon frein situé en queue de train, était doté d'un frein à vis et occupé par un agent chargé de la surveillance du train et de son freinage en cas de besoin. Très utile quand seule la locomotive freinait le convoi avant l'apparition du freinage continu sur chaque voiture ou wagon.



Le caporal Pierre Sellier sonne au clairon le premier armistice le 8 novembre 1918, armistice signé le 11 novembre 1918 dans un wagon en forêt de Rethondes.. Le 22 juin 1940 l'Allemagne et la France y signèrent également l'armistice.



Wagon, voiture, fourgon

Le terme **ambulant** a désigné dans le vocabulaire utilisé par les services postaux tout ce qui avait trait au tri du courrier dans des véhicules roulants. La plupart de ces véhicules était des **wagons-poste**, incorporés à des trains transportant des voyageurs. Sur certains grands axes, en raison du nombre de services ambulants à tracter, étaient constitués des trains postaux (*ex TGV postal*). Il y eut également des bureaux-ambulants routiers, installés dans des autocars spécialement aménagés pour le tri.

Le premier wagon postal véritable, c'est-à-dire permettant des opérations de tri, a circulé le 1er août 1845 sur la ligne de Paris à Rouen.

Les TGV postaux ont effectué leurs dernières circulations commerciales le samedi 27 juin 2015. Cela est dû au développement du tri automatique, aux transports plus rapides et à une baisse d'activité postale.



À noter pour l'anecdote que contrairement à une erreur de mise en scène commise dans quelques films, le personnel des ambulants ne travaillait pas en uniforme mais portait soit un bleu de travail soit une blouse grise.

De 1838 à 1857, six compagnies ferroviaires sont créées pour desservir les régions françaises selon leur géographie : Paris à Orléans (1838), du Nord (1845), de l'Est (1845), du Midi (1852), de l'Ouest (1855) et Paris à Lyon et à la Méditerranée (1857).

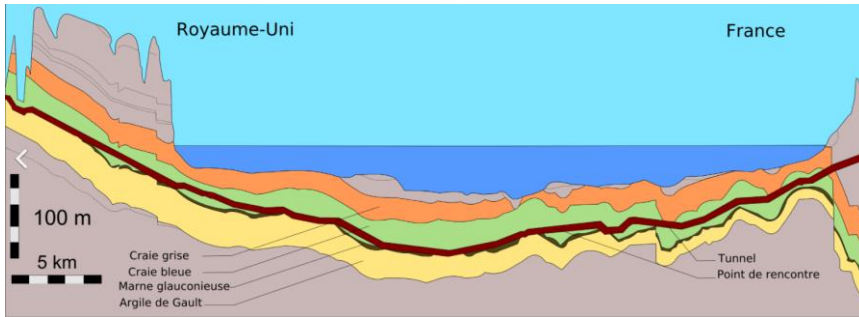
La concurrence entre les grandes compagnies leur imposait d'avoir des gares distinctes au plus près de l'arrivée de leurs têtes de réseaux, d'où les 6 gares à Paris alors qu'il avait été envisagé d'en créer une seule centrale!



Inauguré en 1994, le **tunnel sous la Manche** est d'abord la première autoroute ferroviaire au monde. (opérationnel 24 heures sur 24, 365 jours par an)

Passant à 100 mètres sous le niveau de la mer, il demeure à ce jour le plus long tunnel sous-marin au monde : 51 km au total, dont 37 km de section sous-marine.

Le **train Eurostar** est adapté au gabarit et à l'alimentation électrique des réseaux qu'il est amené à parcourir : britannique (notamment captage du courant par troisième rail jusqu'en 2008), français et belge. Il est **Tri mode** avec une motrice devant et une motrice derrière.



Le tunnel sous la Manche

Le **tram-train** est un véhicule hybride entre le tramway urbain et le train, apte à circuler à la fois sur des voies de tramway en centre-ville et sur le réseau ferroviaire régional, afin de relier sans rupture de charge des stations urbaines et des gares péri-urbaines.

De ce fait, les tram-trains sont bicourants 750 V et 25 kV-50 Hz.

La **ligne T4** en Ile de France est une ligne train tram mais pour l'instant uniquement utilisé sur des portions trains en attendant son prolongement.



L'**Aérotrain** (une invention française, due à l'ingénieur Jean Bertin,) est un véhicule se déplaçant sur un coussin d'air, et guidé par une voie spéciale en forme de T inversé, formant par nécessité un site propre. Il peut être propulsé par une hélice (moteur d'aviation), une turbine, un turboréacteur ou un moteur électrique linéaire, et est supporté par un coussin d'air, ce qui lui permet de se déplacer sans contact avec la voie, et donc sans frottement avec cette dernière. Son principe de fonctionnement emprunte aussi à la technique du monorail.



Sur le timbre, la turbine de l'aérotrain a huit pâles.
Or, dans la réalité, elle n'en avait que 7, comme le
montre la photo.

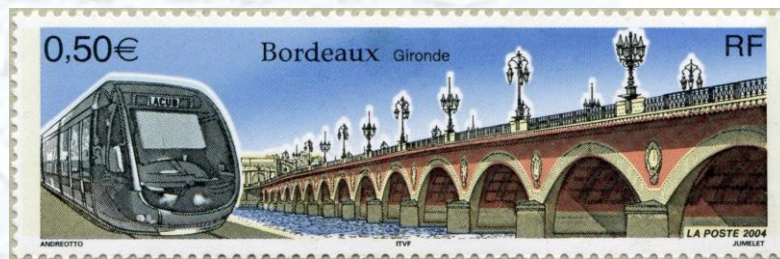
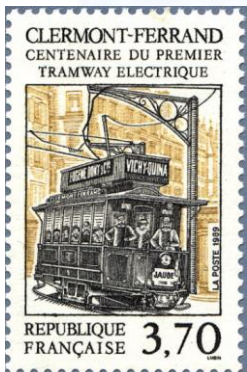
Le tram train et l'aérotrain

Après un demi-siècle de projets plus ou moins farfelus et de querelles entre l'État et la Ville de Paris, la mise en œuvre d'un premier réseau est enfin décidée vu l'imminence de l'exposition universelle de 1900. C'est finalement un réseau d'intérêt local et à gabarit réduit qui est choisi, ce qui marque la victoire de la Ville de Paris (1^{ère} ligne 19 juillet 1900). **Bienvenue** et **Huet** sont les deux pères du métro parisien.

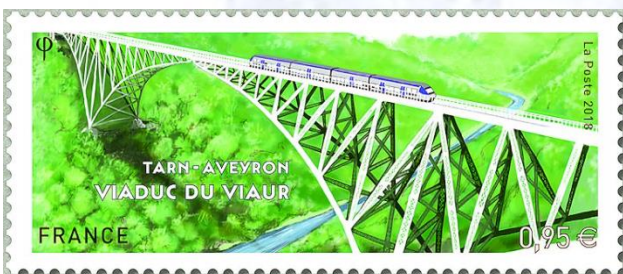
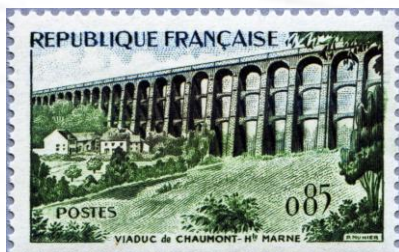
La **RATP** exploite les seize lignes du **métro de Paris**, huit des dix lignes du tramway d'Île-de-France, une partie des lignes de bus d'Île-de-France, et une partie des lignes A et B du réseau express régional d'Île-de-France (**RER**)



Les premiers **tramways** sont apparus aux États-Unis en 1832 et en France en 1838. Les rails de tramways sont dénués de saillants et intégrés dans les chaussées. La disparition des tramways est due au cartel automobile, au pétrole et au plan Marshall qui ont favorisé l'automobile et les bus. Le renouveau des lignes de tramways date des années 1980 (**Nantes, Strasbourg..**)

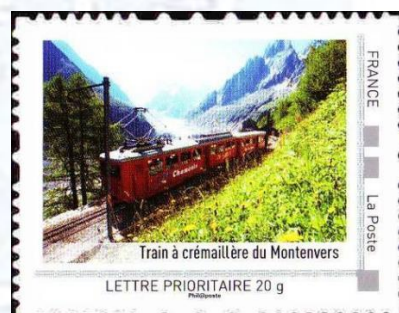


Le patrimoine d'ouvrage d'art de la SNCF comporte plus de **46 000 ponts** (7,5 millions de m² - âge moyen 86 ans), **1548 tunnels** (631 km - âge moyen 125 ans), plus de **19 000 murs de soutènement** (8,5 millions de m²) et environ **52 000 ouvrages divers** (buses, dalots (pont de faible portée),...).



Le tunnel du Gothard est le plus long avec plus de 57 kms

Un **chemin de fer à crémaillère** est un type de remontée mécanique où des trains circulent sur une ligne de voie ferrée dotée en son centre d'un rail supplémentaire denté.

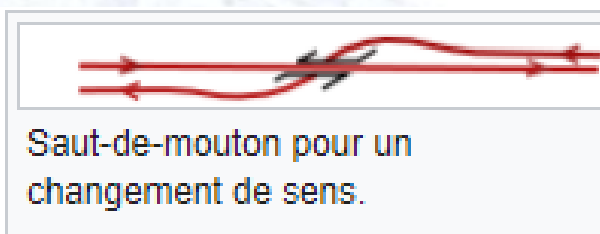


Les ouvrages d'art

Les trains roulent à gauche dans de nombreux pays. Cette habitude découle des traditions des chevaliers anglais au Moyen Âge. Majoritairement droitiers, ils se plaçaient sur la partie gauche des chemins pour pouvoir se défendre de leur bras fort en cas d'attaque.

Ce sens de circulation avait l'avantage de permettre aux cheminots de sortir la tête de la locomotive, côté gauche, pour réaliser des manœuvres parfois délicates avec la main droite (les droitiers étant plus nombreux). Par sécurité, il était important que les conducteurs puissent sortir la tête sans être heurtés par un train arrivant en sens inverse.

Cependant l'Alsace-Moselle roule à droite comme l'Allemagne qui adopta ce côté lors de leur annexion. De ce fait des saut-de-mouton existent entre l'Alsace-Moselle et le reste de la France.



Saut-de-mouton pour un changement de sens.



Ils roulent à gauche... ou à droite

Il existe cinq risques principaux:

- *Le nez-à-nez*
- *Le rattrapage (protégé par le principe du cantonnement)*
- *La prise en écharpe ;*
- *Le déraillement ;*
- *L'obstacle sur la voie*

Ces risques peuvent être liés à l'état du matériel, des infrastructures, aux installations de signalisation (sécurité arrêt automatique en cas de défaillance) à la circulation des trains, à une erreur humaine (contrôle permanent des actes du conducteur- vitesse, respect des signaux-).

L'articulation d'un train donne une meilleure intégrité dans le cas d'un déraillement, grâce à une plus grande rigidité. Un train articulé est donc plus sûr qu'un train non articulé.



Train articulé

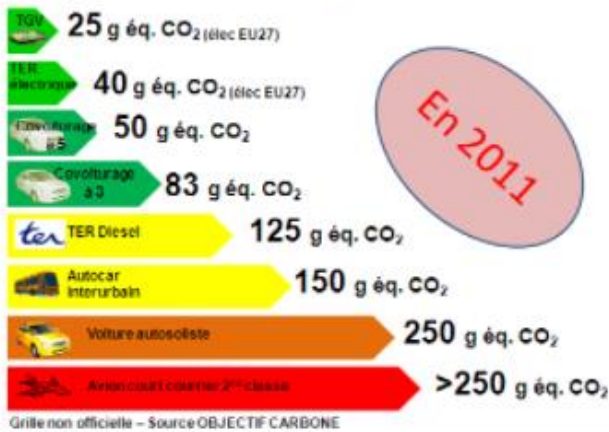


La sécurité ferroviaire

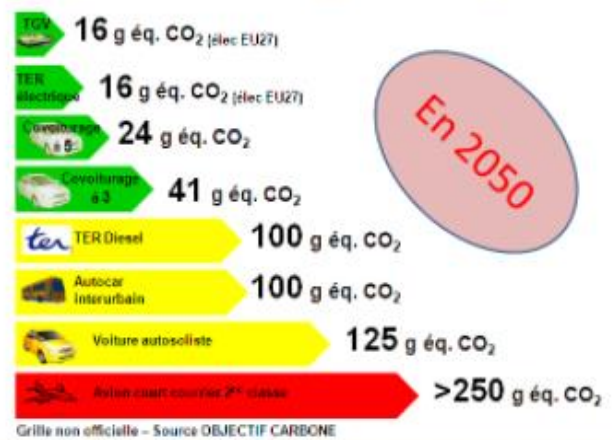
L'empreinte carbone est un indicateur qui vise à mesurer l'impact d'une activité sur l'environnement, et plus particulièrement les émissions de gaz à effet de serre liées à cette activité. Dans le cas concret des transports, il s'agit de comptabiliser les tonnes de gaz à effet de serre émis par :

- la combustion du carburant ou la consommation d'électricité pendant les trajets ;
- le transport et l'extraction du pétrole (pour produire l'essence) ou de l'uranium (pour produire l'électricité) ;
- l'extraction et le transport des matières premières nécessaires à la conception des moyens de transport ;
- la fabrication de ces moyens de transport dans les usines ainsi que leur acheminement dans les lieux d'exercices de l'activité.

Les transports en 2011 - gCO₂/km.pax



Les transports en 2050 - gCO₂/km.pax



Comparer un coût en km/ passager dans les transports ne peut se faire que dans des conditions bien précises (lieu de départ, lieu d'arrivée, services proposés – gare, aéroport, port..-, nombre de personnes, péage ou non, durée du service- ex avion ou train + location de voiture -, moment du service – WE, vacances, semaine...-, amortissement matériel, etc).

Bref la situation économique est à analyser à chaque déplacement.



Collection 2011 Française



LES LÉGENDES DU RAIL