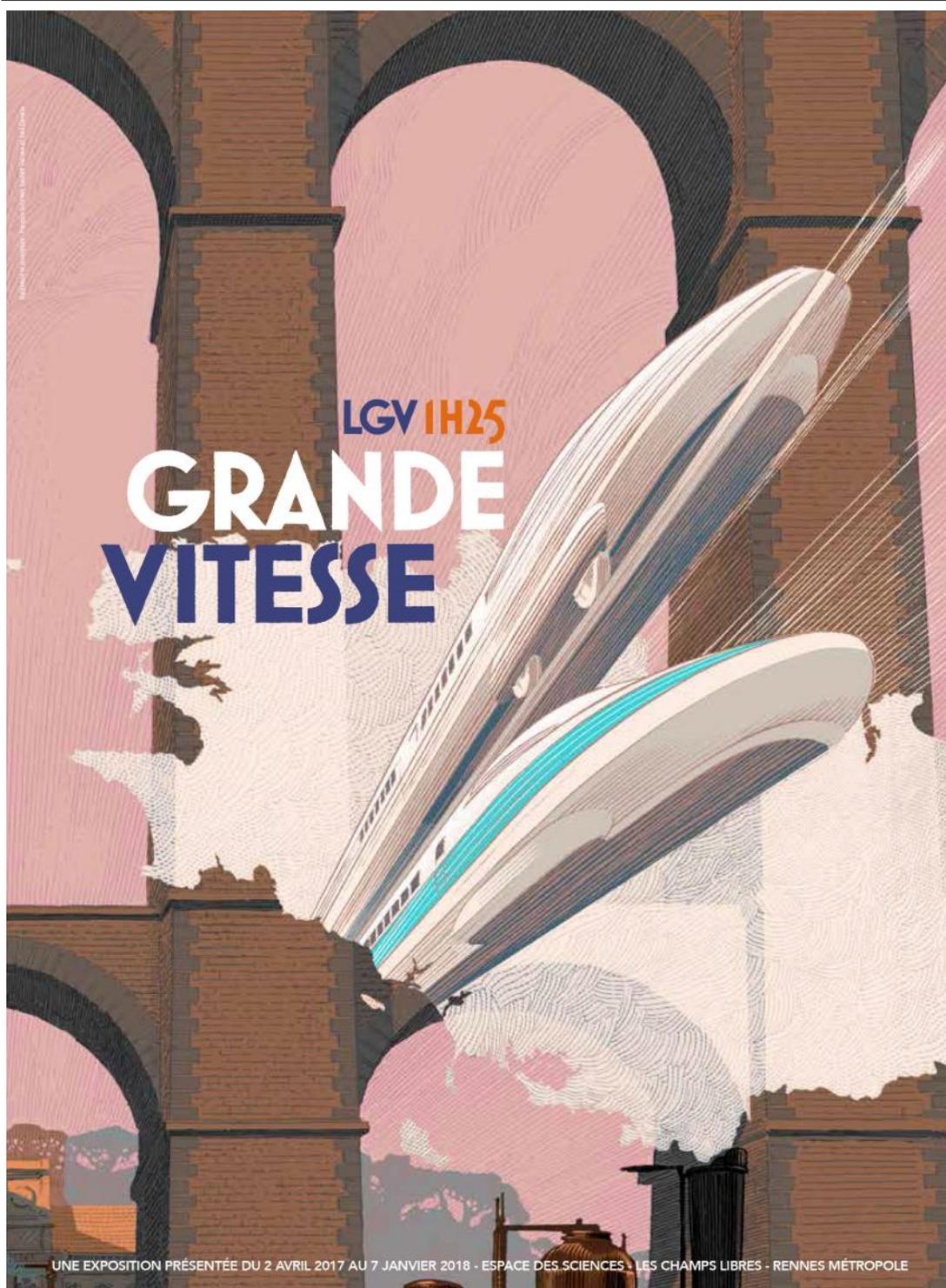




MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE



# DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT POUR LES ENSEIGNANTS



Document réalisé par Anne  
SIMONOT et Didier  
THIEURMEL  
Professeurs conseillers  
Relais de la DAAC à l'Espace  
des sciences.

Ce document accompagne l'exposition LGV 1h25 Grande Vitesse qui se déroule du 2 avril 2017 au 7 janvier 2018 à l'Espace des sciences de Rennes aux Champs Libres.

Il est destiné aux enseignants qui souhaitent travailler autour de la thématique du train et de la grande vitesse, en abordant les défis scientifiques, techniques et humains.

Ce dossier aborde les thèmes du programme où cette thématique peut être étudiée, puis présente quelques pistes pédagogiques variées : l'impact écologique de la construction de la LGV (tous niveaux), le déplacement d'un train à grande vitesse dans une courbe (niveau lycée) et enfin, à travers l'histoire du train, l'utilisation de la vapeur comme source d'énergie (cycle3 et cycle 4).

## Des liens possibles de la thématique du train et de la grande vitesse avec les programmes scolaires

### En cycle 2 :

#### Questionner le monde du vivant, de la matière et des objets

Les objets techniques. Qu'est-ce que c'est ? À quels besoins répondent-ils ? Comment fonctionnent-ils ?

Attendus de fin de cycle	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués.</li> <li>- Réaliser quelques objets et circuits électriques simples, en respectant des règles élémentaires de sécurité.</li> <li>- Commencer à s'approprier un environnement numérique.</li> </ul>	
Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués	
Observer et utiliser des objets techniques et identifier leur fonction. Identifier des activités de la vie quotidienne ou professionnelle faisant appel à des outils et objets techniques.	Par l'usage de quelques objets techniques, actuels ou anciens, identifier leur domaine et leur mode d'emploi, leurs fonctions. Dans une démarche d'observation, démonter-remonter, procéder à des tests et essais. Découvrir une certaine diversité de métiers courants. Interroger des hommes et des femmes au travail sur les techniques, outils et machines utilisés.

#### Questionner l'espace et le temps

##### Se situer dans l'espace

Attendus de fin de cycle	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se repérer dans l'espace et le représenter.</li> <li>- Situer un lieu sur une carte, sur un globe ou sur un écran informatique.</li> </ul>	
Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Se repérer dans l'espace et le représenter	
Produire des représentations des espaces familiers (les espaces scolaires extérieurs proches, le village, le quartier) et moins familiers (vécus lors de sorties). Quelques modes de représentation de l'espace.	Ce travail est mené en lien avec les mathématiques. Étudier des représentations de l'espace environnant (maquettes, plans, photos), en produire.
Lire des plans, se repérer sur des cartes. ➤ Éléments constitutifs d'une carte : titre, échelle, orientation, légende.	Prélever des informations sur une carte.

Situer un lieu sur une carte ou un globe ou sur un écran informatique	
Situer les espaces étudiés sur une carte ou un globe. Repérer la position de sa région, de la France, de l'Europe et des autres continents.	Cartes, cartes numériques, planisphères, globe comme instruments de visualisation de la planète pour repérer la présence des océans, des mers, des continents, de l'équateur et des pôles...

## Explorer les organisations du monde

Attendus de fin de cycle	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparer quelques modes de vie des hommes et des femmes, et quelques représentations du monde.</li> <li>- Comprendre qu'un espace est organisé.</li> <li>- Identifier des paysages.</li> </ul>	
Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Comparer des modes de vie	
<p>Comparer des modes de vie (alimentation, habitat, vêtements, outils, guerre, déplacements...) à différentes époques ou de différentes cultures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Quelques éléments permettant de comparer des modes de vie : alimentation, habitat, vêtements, outils, guerre, déplacements...</li> <li>➤ Quelques modes de vie des hommes et des femmes et quelques représentations du monde à travers le temps historique.</li> <li>➤ Les modes de vie caractéristiques dans quelques espaces très emblématiques.</li> </ul>	<p>Documents, documents numériques, documentaires, écoute et lecture de témoignages, récits.</p>
Comprendre qu'un espace est organisé	
<p>Découvrir le quartier, le village, la ville : ses principaux espaces et ses principales fonctions.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Des espaces très proches (école, parc, parcours régulier...) puis proches et plus complexes (quartier, village, centre-ville, centre commercial...), en construisant progressivement des légendes.</li> <li>➤ Des organisations spatiales, à partir de photographies paysagères de terrain et aériennes; à partir de documents cartographiques.</li> <li>➤ Une carte thématique simple des villes en France.</li> <li>➤ Le rôle de certains acteurs urbains : la municipalité, les habitants, les commerçants ...</li> </ul>	<p>Photographies prises sur le terrain, dessins ; photographies aériennes obliques (schématisations), puis verticales ; plans, cartes topographiques (schématisations) ; tableau de chiffres (population des grandes villes).</p>
Identifier des paysages	
<p>Reconnaitre différents paysages: les littoraux, les massifs montagneux, les campagnes, les villes, les déserts...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les principaux paysages français en s'appuyant sur des lieux de vie.</li> <li>➤ Quelques paysages de la planète et leurs caractéristiques.</li> </ul>	<p>Photographies paysagères, de terrain, vues aériennes, globe terrestre, planisphère, films documentaires.</p>

## En cycle 3 :

### Sciences et technologie

#### Matière, mouvement, énergie, information

Observer et décrire différents types de mouvements	
<p>Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaire ou rectiligne.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur).</li> <li>➤ Exemples de mouvements simples : rectiligne, circulaire.</li> </ul>	<p>L'élève part d'une situation où il est acteur qui observe (en courant, faisant du vélo, passager d'un train ou d'un avion), à celles où il n'est qu'observateur (des observations faites dans la cour de récréation ou lors d'une expérimentation en classe,</p>

<p>Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mouvements dont la valeur de la vitesse (module) est constante ou variable (accélération, décélération) dans un mouvement rectiligne.</li> </ul>	<p>jusqu'à l'observation du ciel : mouvement des planètes et des satellites artificiels à partir de données fournies par des logiciels de simulation).</p>
<p><b>Identifier différentes sources et connaître quelques conversions d'énergie</b></p>	
<p>Identifier des sources et des formes d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'énergie existe sous différentes formes (énergie associée à un objet en mouvement, énergie thermique, électrique...).</li> </ul> <p>Prendre conscience que l'être humain a besoin d'énergie pour vivre, se chauffer, se déplacer, s'éclairer...</p> <p>Reconnaitre les situations où l'énergie est stockée, transformée, utilisée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La fabrication et le fonctionnement d'un objet technique nécessitent de l'énergie.</li> <li>➤ Exemples de sources d'énergie utilisées par les êtres humains : charbon, pétrole, bois, uranium, aliments, vent, Soleil, eau et barrage, pile...</li> <li>➤ Notion d'énergie renouvelable.</li> </ul> <p>Identifier quelques éléments d'une chaîne d'énergie domestique simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Quelques dispositifs visant à économiser la consommation d'énergie.</li> </ul>	<p>L'énergie associée à un objet en mouvement apparaît comme une forme d'énergie facile à percevoir par l'élève, et comme pouvant se convertir en énergie thermique.</p> <p>Le professeur peut privilégier la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux analysés sous leurs aspects énergétiques : éolienne, circuit électrique simple, dispositif de freinage, moulin à eau, objet technique...</p> <p>On prend appui sur des exemples simples (vélo qui freine, objets du quotidien, l'être humain lui-même) en introduisant les formes d'énergie mobilisées et les différentes consommations (par exemple : énergie thermique, énergie associée au mouvement d'un objet, énergie électrique, énergie associée à une réaction chimique, énergie lumineuse...).</p> <p>Exemples de consommation domestique (chauffage, lumière, ordinateur, transports).</p>

## Matériaux et objets techniques

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Identifier les principales évolutions du besoin et des objets.</b>	
<p>Repérer les évolutions d'un objet dans différents contextes (historique, économique, culturel).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'évolution technologique (innovation, invention, principe technique).</li> <li>➤ L'évolution des besoins.</li> </ul>	<p>A partir d'un objet donné, les élèves situent ses principales évolutions dans le temps en termes de principe de fonctionnement, de forme, de matériaux, d'énergie, d'impact environnemental, de coût, d'esthétique.</p>
<b>Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs constitutions</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Besoin, fonction d'usage et d'estime.</li> <li>➤ Fonction technique, solutions techniques.</li> <li>➤ Représentation du fonctionnement d'un objet technique.</li> <li>➤ Comparaison de solutions techniques : constitutions, fonctions, organes.</li> </ul>	<p>Les élèves décrivent un objet dans son contexte. Ils sont amenés à identifier des fonctions assurées par un objet technique puis à décrire graphiquement à l'aide de croquis à main levée ou de schémas, le fonctionnement observé des éléments constituant une fonction technique. Les pièces, les constituants, les sous-ensembles sont inventoriés par les élèves. Les différentes parties sont isolées par observation en fonctionnement. Leur rôle respectif est mis en évidence.</p>
<b>Identifier les principales familles de matériaux</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Familles de matériaux (distinction des matériaux selon les relations entre formes, fonctions et procédés).</li> <li>➤ Caractéristiques et propriétés (aptitude au façonnage, valorisation).</li> <li>➤ Impact environnemental.</li> </ul>	<p>Du point de vue technologique, la notion de matériau est à mettre en relation avec la forme de l'objet, son usage et ses fonctions et les procédés de mise en forme. Il justifie le choix d'une famille de matériaux pour réaliser une pièce de l'objet en fonction des contraintes identifiées. À partir de la diversité des familles de matériaux, de leurs caractéristiques physico-chimiques, et de leurs impacts sur l'environnement, les élèves exercent un esprit critique dans des choix lors de l'analyse et de la production d'objets techniques.</p>
<b>Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Notion de contrainte.</li> <li>➤ Recherche d'idées (schémas, croquis ...).</li> <li>➤ Modélisation du réel (maquette, modèles géométrique et numérique), représentation en conception assistée par ordinateur.</li> </ul>	<p>En groupe, les élèves sont amenés à résoudre un problème technique, imaginer et réaliser des solutions techniques en effectuant des choix de matériaux et des moyens de réalisation.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Processus, planning, protocoles, procédés de réalisation (outils, machines).</li> </ul>	<p>Les élèves traduisent leur solution par une réalisation matérielle (maquette ou prototype). Ils utilisent des moyens</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Choix de matériaux.</li> <li>➤ Maquette, prototype.</li> <li>➤ Vérification et contrôles (dimensions, fonctionnement).</li> </ul>	<p>de prototypage, de réalisation, de modélisation. Cette solution peut être modélisée virtuellement à travers des applications programmables permettant de visualiser un comportement. Ils collectent l'information, la mettent en commun, réalisent une production unique.</p>
--	--

## Mathématiques

### Grandeurs et mesures

<b>Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux</b>	
<p>Résoudre des problèmes de comparaison avec et sans recours à la mesure. Résoudre des problèmes dont la résolution mobilise simultanément des unités différentes de mesure et/ou des conversions.</p>	<p>Situations amenant les élèves à compléter les unités de grandeur (longueur, masse, contenance, durée) et à mettre en évidence les relations entre elles.</p>
<p>Calculer la durée écoulée entre deux instants donnés. Déterminer un instant à partir de la connaissance d'un instant et d'une durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Unités de mesures usuelles: jour, semaine, heure, minute, seconde, dixième de seconde, mois, année, siècle, millénaire.</li> </ul>	<p>Utiliser les unités de mesure des durées et leurs relations. Exploiter des ressources variées : - tableaux d'horaires ou de réservation de transport, - tableaux d'horaires de marées, d'activités sportives, - programmes de cinéma, de théâtre, programmes télévisés. Ces différentes ressources sont utilisées sur un support papier ou un support numérique en ligne.</p>
<p><b>Proportionnalité</b> Identifier une situation de proportionnalité entre deux grandeurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Graphiques représentant des variations entre deux grandeurs.</li> </ul>	<p>Comparer distance parcourue et temps écoulé, quantité d'essence consommée et distance parcourue, quantité de liquide écoulé et temps écoulé, etc.</p>

## En cycle 4 :

### Géographie

Classe de 4 <sup>ème</sup>	
Repères annuels de programmation	Démarches et contenus d'enseignement
<p style="text-align: center;"><b>Thème 1</b> <b>L'urbanisation du monde.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Espaces et paysages de l'urbanisation : géographie des centres et des périphéries.</li><li>➤ Des villes inégalement connectées aux réseaux de la mondialisation.</li></ul>	<p>À partir des acquis de la classe de 5<sup>ème</sup>, on aborde en 4<sup>ème</sup> quelques caractéristiques géographiques majeures du processus de mondialisation contemporaine. On peut ainsi sensibiliser les élèves aux différences entre celle-ci et la "première mondialisation" (XV-XVI<sup>e</sup> siècles) étudiée en histoire. Il s'agit de sensibiliser les élèves aux nouvelles formes d'organisation des espaces et des territoires que cette mondialisation provoque et d'aborder avec eux quelques-uns des problèmes qu'elle pose.</p> <p>Le monde s'urbanise à grande vitesse depuis 1945. Plus de la moitié de l'humanité habite les villes, depuis 2007, et probablement les 2/3 à l'horizon 2050. Il s'agit d'un fait majeur qui caractérise la mondialisation. En 6<sup>ème</sup> les élèves ont abordé la question urbaine à partir de l'analyse de « l'habiter ». En 4<sup>ème</sup> on leur fait prendre conscience des principaux types d'espaces et de paysages que l'urbanisation met en place, ce qui est l'occasion de les sensibiliser au vocabulaire de base de la géographie urbaine.</p> <p>On insiste ensuite sur la connexion des villes aux grands réseaux de la mondialisation et aux différences que cela crée entre villes connectées et bien intégrées à une mondialisation qu'elles entraînent et des villes plus à l'écart, voire confrontées à des phénomènes de « rétrécissement » (<i>Shrinking Cities</i>, comme Detroit).</p> <p>Deux études de cas de grandes villes, au choix du professeur, permettent d'aborder concrètement les différents aspects du thème. Ces études de cas contextualisées offrent une première approche de l'espace mondialisé.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Thème 2</b> <b>Les mobilités humaines transnationales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Un monde de migrants.</li><li>➤ Le tourisme et ses espaces.</li></ul>	<p>Il est essentiel de montrer aux élèves l'importance des grands mouvements transnationaux de population que le monde connaît et qui sont d'une ampleur considérable.</p> <p>Les migrations transnationales, dont les motivations peuvent être extrêmement variées (Erasmus, suite de conflits, crise climatique, raisons économiques...), sont souvent au centre de l'actualité et il est important que les élèves comprennent que cette géographie des migrations n'est pas centrée sur la seule Europe, ni marquée par les seuls mouvements des « Suds » vers les « Nord », mais comporte aussi des foyers de migrations intracontinentales sud-sud.</p> <p>Quant au tourisme international, il constitue désormais le mouvement de population le plus massif que le monde ait jamais connu ; il est porteur d'effets économiques, sociaux et territoriaux très importants.</p> <p>Chaque sous-thème est abordé par une étude de cas locale ou régionale, au choix du professeur, mise en perspective à l'échelle mondiale, afin de pouvoir monter en généralité.</p> <p>Ce thème permet des liens avec le programme d'histoire de 4<sup>ème</sup>.</p>

Classe de 3 <sup>ème</sup>	
Repères annuels de programmation	Démarches et contenus d'enseignement
<p style="text-align: center;"><b>Thème 1</b></p> <p><b>Dynamiques territoriales de la France contemporaine</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les aires urbaines, une nouvelle géographie d'une France mondialisée.</li> <li>➤ Les espaces productifs et leurs évolutions.</li> <li>➤ Les espaces de faible densité (espaces ruraux, montagnes, secteurs touristiques peu urbanisés) et leurs atouts.</li> </ul>	<p>L'orientation de la classe de 3<sup>ème</sup> consiste à proposer aux élèves des bases pour la connaissance de la géographie de la France et de l'Union européenne. Il s'agit d'un moment étape particulièrement important dans le cadre de la scolarité obligatoire. Cette approche peut être utilement articulée avec l'étude du dernier thème du programme d'histoire de l'année de 3<sup>ème</sup>.</p> <p>Le territoire français a profondément changé depuis 50 ans, en raison de l'urbanisation qui a modifié les genres de vie et a redistribué les populations et les activités économiques. Il s'agit de présenter aux élèves ces principaux bouleversements. La géographie des aires urbaines permet de sensibiliser les élèves à la diversité des espaces (centraux, péri-centraux, périurbains, suburbains) concernés par l'urbanisation et aux relations entre les aires d'influences urbaines.</p> <p>Les mutations des espaces productifs, à dominante industrielle, agricole, touristique ou d'affaires, sont abordées en lien avec l'urbanisation et la mondialisation qui en redessinent la géographie.</p> <p>Les espaces de faible densité (espaces ruraux, montagnes, secteurs touristiques peu urbanisés) sont abordés sous l'angle de la diversité de leurs dynamiques et de leurs atouts. Ce ne sont pas seulement des marges délaissées et des espaces sans ressources productives via notamment les activités agricoles, touristiques ou liées à l'accueil de nouveaux types d'habitants.</p> <p>Les 3 sous-thèmes peuvent être abordés à travers des études de cas, des exemples concrets, au choix du professeur, et des cartes à différentes échelles. Ce thème se prête à la réalisation de croquis ou de schémas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Thème 2</b></p> <p><b>Pourquoi et comment aménager le territoire?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aménager pour répondre aux inégalités croissantes entre territoires français, à toutes les échelles.</li> <li>➤ Les territoires ultra-marins français : une problématique spécifique.</li> </ul>	<p>Il s'agit de présenter aux élèves l'aménagement du territoire considéré comme une tentative des pouvoirs publics de compenser les inégalités entre territoires, qu'elles soient économiques, sociales, d'accès aux équipements publics. Ce thème permet de livrer aux élèves les bases des notions renvoyant à l'étude de l'aménagement de l'espace. Il permet notamment de les sensibiliser aux outils et acteurs de l'aménagement français et européen.</p> <p>Le sous-thème 1 est mis en œuvre à partir d'une étude de cas d'un aménagement local ou/et régional. Les approches de prospective territoriale sont particulièrement intéressantes pour sensibiliser les élèves à la portée de l'aménagement et aux débats qu'il suscite. L'étude de cas est mise en perspective aux échelles nationale et européenne. La démarche se prête à la réalisation d'un croquis de l'organisation du territoire national.</p> <p>L'étude du sous-thème 2 est conduite à partir de cartes à différentes échelles et d'exemples concrets.</p>

# Physique-chimie

## Mouvement et interactions

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Caractériser un mouvement</b>	
<p>Caractériser le mouvement d'un objet.</p> <p>Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vitesse : direction, sens et valeur.</li> <li>➤ Mouvements rectilignes et circulaires.</li> <li>➤ Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur.</li> <li>➤ Relativité du mouvement dans des cas simples.</li> </ul>	<p>L'ensemble des notions de cette partie peut être abordé à partir d'expériences simples réalisables en classe, de la vie courante ou de documents numériques.</p> <p>Utiliser des animations des trajectoires des planètes, qu'on peut considérer dans un premier modèle simplifié comme circulaires et parcourues à vitesse constante.</p> <p>Comprendre la relativité des mouvements dans des cas simples (train qui démarre le long d'un quai) et appréhender la notion d'observateur immobile ou en mouvement.</p>
<b>Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur</b>	
<p>Identifier les interactions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces.</p> <p>Associer la notion d'interaction à la notion de force.</p> <p>Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Action de contact et action à distance.</li> <li>➤ Force : point d'application, direction, sens et valeur.</li> <li>➤ Force de pesanteur et son expression <math>P=mg</math>.</li> </ul>	<p>L'étude mécanique d'un système peut être l'occasion d'utiliser les diagrammes objet-interaction.</p> <p>Expérimenter des situations d'équilibre statique (balance, ressort, force musculaire).</p> <p>Expérimenter la persistance du mouvement rectiligne uniforme en l'absence d'interaction (frottement).</p> <p>Expérimenter des actions produisant un mouvement (fusée, moteur à réaction).</p> <p>Pesanteur sur Terre et sur la Lune, différence entre poids et masse (unités). L'impesanteur n'est abordée que qualitativement.</p>

## L'énergie et ses conversions

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie</b>	
<b>Utiliser la conservation de l'énergie</b>	
<p>Identifier les différentes formes d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cinétique (relation <math>E_c = \frac{1}{2} mv^2</math>), potentielle</li> </ul>	<p>Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante.</p>

<p>(dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse.</p> <p>Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.</p> <p>Établir un bilan énergétique pour un système simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sources.</li> <li>➤ Transferts.</li> <li>➤ Conversion d'un type d'énergie en un autre.</li> <li>➤ Conservation de l'énergie.</li> <li>➤ Unités d'énergie.</li> </ul> <p>Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Notion de puissance</li> </ul>	<p>Les activités proposées permettent de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables.</p> <p>Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, énergies renouvelables.</p>
--	---

## Technologie

### Les objets techniques, les services et les changements induits dans la société

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes</b>	
<p>Regrouper des objets en familles et lignées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'évolution des objets.</li> <li>➤ Impacts sociétaux et environnementaux dus aux objets.</li> <li>➤ Cycle de vie.</li> <li>➤ Les règles d'un usage raisonné des objets communicants respectant la propriété intellectuelle et l'intégrité d'autrui.</li> </ul> <p>Relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques.</p> <p>Comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.</p> <p>Élaborer un document qui synthétise ces comparaisons et ces commentaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Outils numériques de présentation.</li> <li>➤ Charte graphique.</li> </ul>	<p>L'analyse du fonctionnement d'un objet technique, de son comportement, de ses performances et de son impact environnemental doit être replacée dans son contexte. L'évolution de celui-ci doit être prise en compte.</p> <p>Collection d'objets répondant à un même besoin. RFID, GPS, WiFi.</p>

La thématique du train et de la grande vitesse peut aussi être envisagée dans le cadre des EPI. Un exemple de travail mené par des collègues de SVT et de technologie de l'académie de Poitiers est présenté dans la revue « les cahiers pédagogiques » : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/Un-EPI-a-grande-vitesse>

## Au lycée

### En classe de seconde

- Programme d'histoire-géographie :

### Sociétés et développement durable

#### Thème 3 : aménager la ville

<i>Question obligatoire</i>	<b>Mise en œuvre</b> <i>L'étude de cette question est abordée à partir de deux études de cas mises en perspective, l'une choisie dans les pays développés, l'autre prise dans les pays émergents ou en développement. Elle s'appuie sur les problématiques indiquées.</i>
<b>Villes et développement durable</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Croissance urbaine, étalement urbain, inégalités socio-spatiales.</li><li>- Transports et mobilités.</li><li>- Aménager des villes « durables » ?</li></ul>

- Enseignement d'exploration en sciences de l'ingénieur
  - Thématique de la mobilité
- Enseignement d'exploration Méthodes et pratiques scientifiques
  - Science et prévention des risques d'origine humaine
- Enseignement d'exploration Création et innovation technologiques
  - Thématique de la mobilité

### En classe de première :

- Programme de géographie

France et Europe : dynamiques des territoires dans la mondialisation

- Thème 1 - Comprendre les territoires de proximité
- Thème 2 - Aménager et développer le territoire français

- En physique-chimie :

- Champs et forces
- Formes et principe de conservation de l'énergie

## De la machine à vapeur au train à vapeur (cycle 3, cycle 4)

### Document 1 : Une première machine à vapeur : l'éolipyle (1er siècle après JC)

L'Éolipyle, du grec HÉRON d'ALEXANDRIE, est la première machine à vapeur dont on a gardé la trace. Ce terme signifie boule d'Eole, sphère de vent.



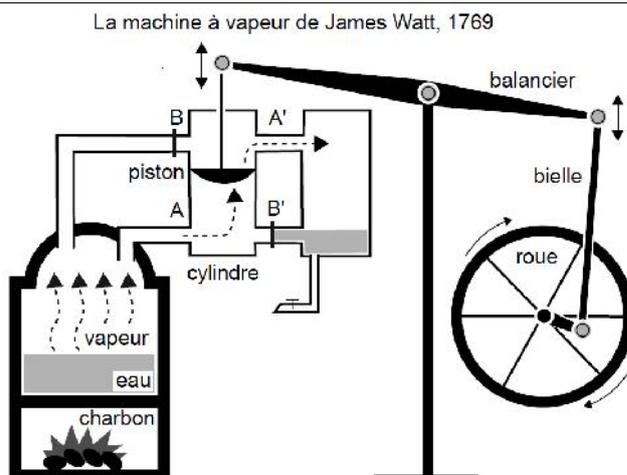
Source : wikipedia

Il s'agit d'une chaudière hermétique remplie en partie d'eau, placée sur le feu. De cette chaudière sortent deux tubes reliés à une sphère pouvant tourner autour d'un axe horizontal. De cette sphère, deux autres tubes perpendiculaires à l'axe laissent sortir la vapeur qui, par propulsion, fait tourner la sphère.

La vitesse de rotation peut atteindre 1500 tours/min.

Pour fabriquer un éolipyle, un tutoriel est présent sur l'académie de Strasbourg : [fabriquer un éolipyle](#)

### Document2 : La machine à vapeur de James Watt (1769)



Une chaudière à bois ou à charbon permet de chauffer de grandes quantités d'eau et de produire de la vapeur.

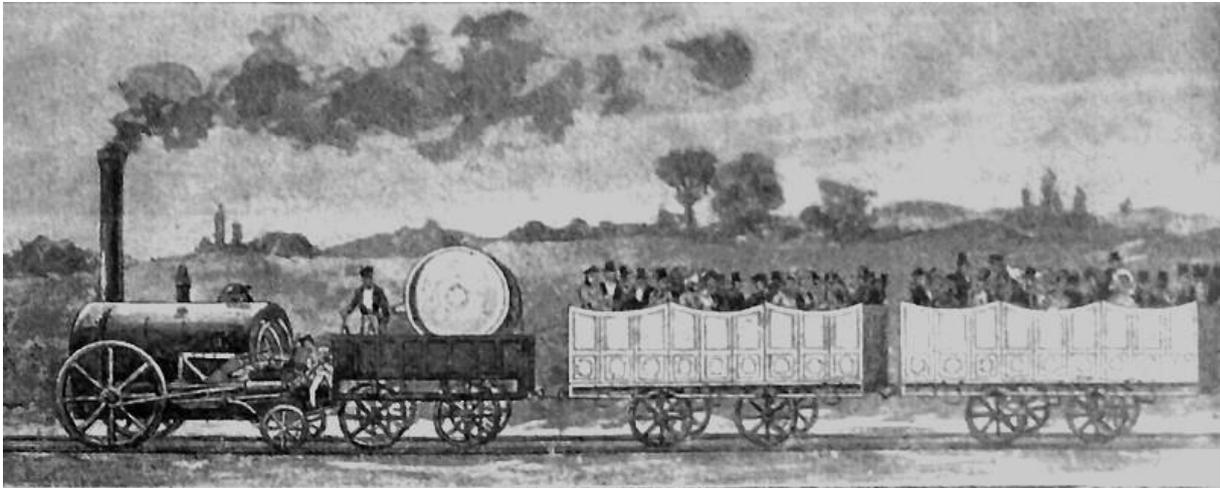
La vapeur d'eau permet d'actionner un piston qui monte et qui descend dans un cylindre (mouvement rectiligne).

Le piston entraîne une bielle qui fait tourner une machine ou des roues (mouvement circulaire).

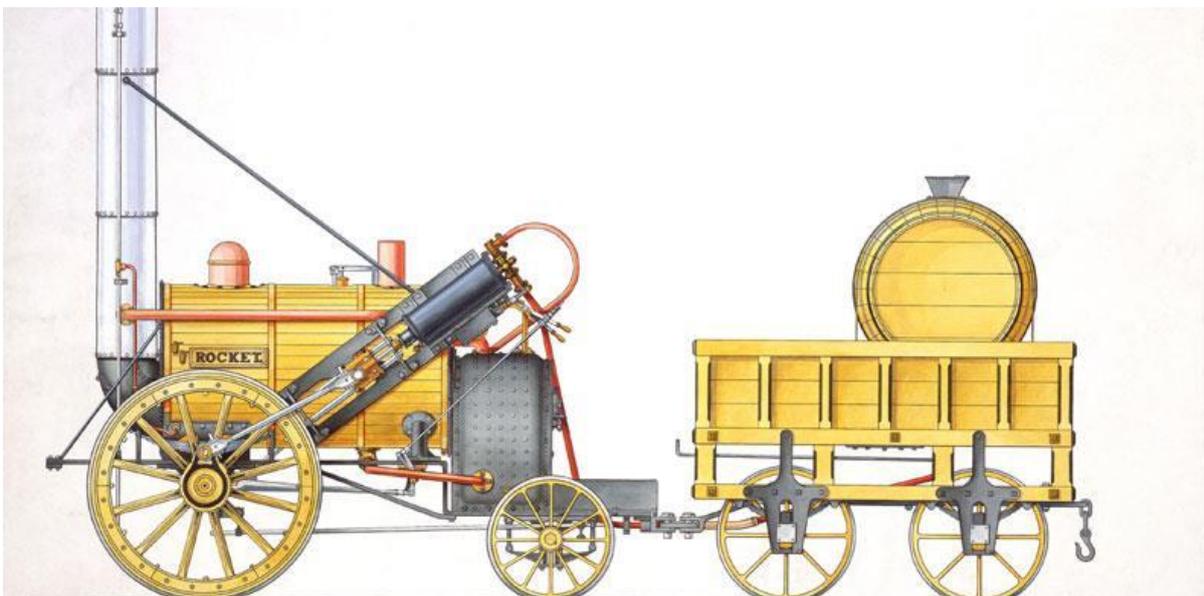
La vapeur d'eau retourne dans un condenseur et redevient de l'eau qui est renvoyée dans la chaudière.

A partir de ce schéma, les élèves peuvent replacer les termes suivants : combustible, rotation, mouvement circulaire, pression, mouvement rectiligne, translation, conversion d'énergie, transfert d'énergie.

**Document 3 : Les premières locomotives à vapeur : The Rocket de Stephenson.**



La fusée de Stephenson, The Rocket en anglais est une des premières locomotives à vapeur. Le 6 octobre 1829, elle remporte le concours de Rainhill et est retenue pour motoriser la ligne de Manchester à Liverpool.

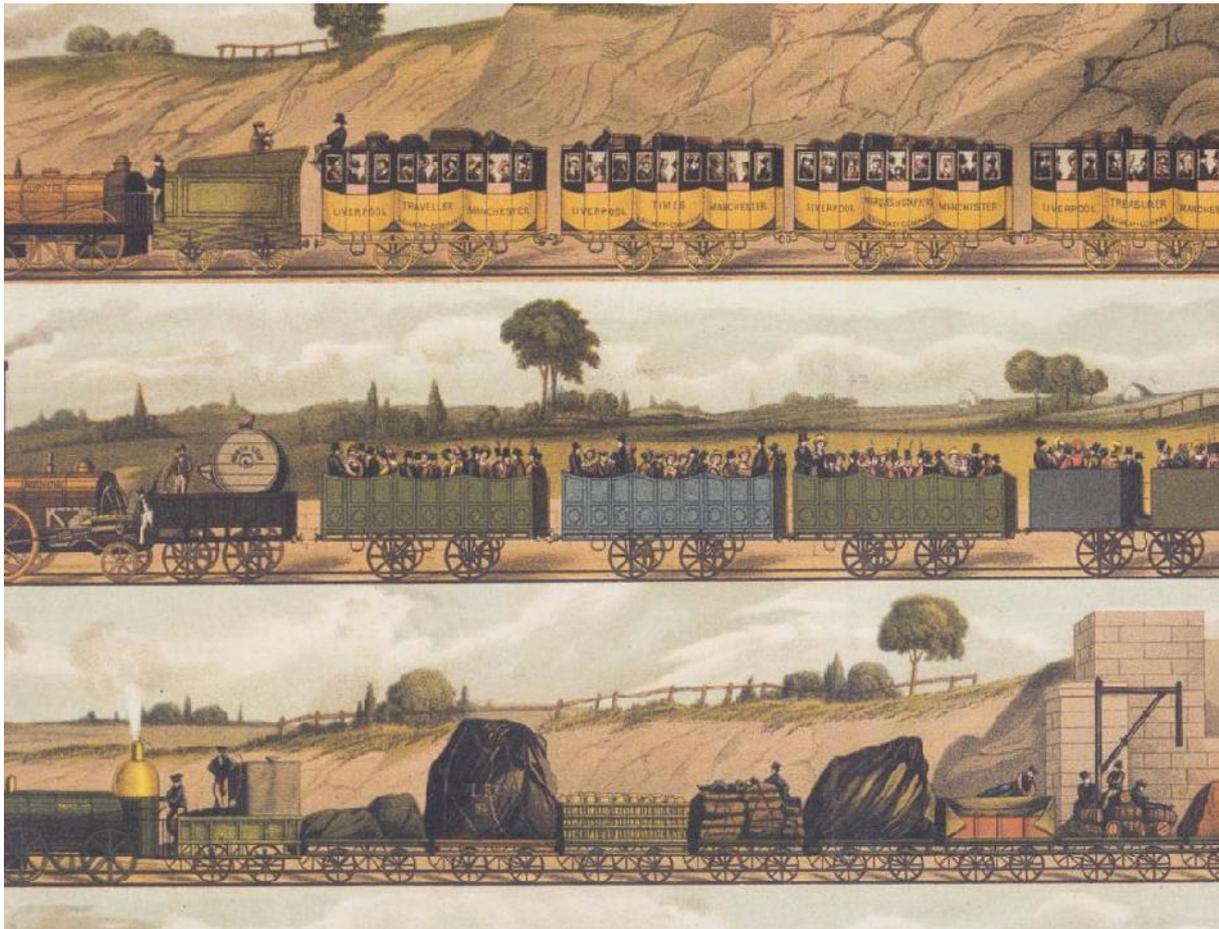


**The Rocket, Science museum, Londres**

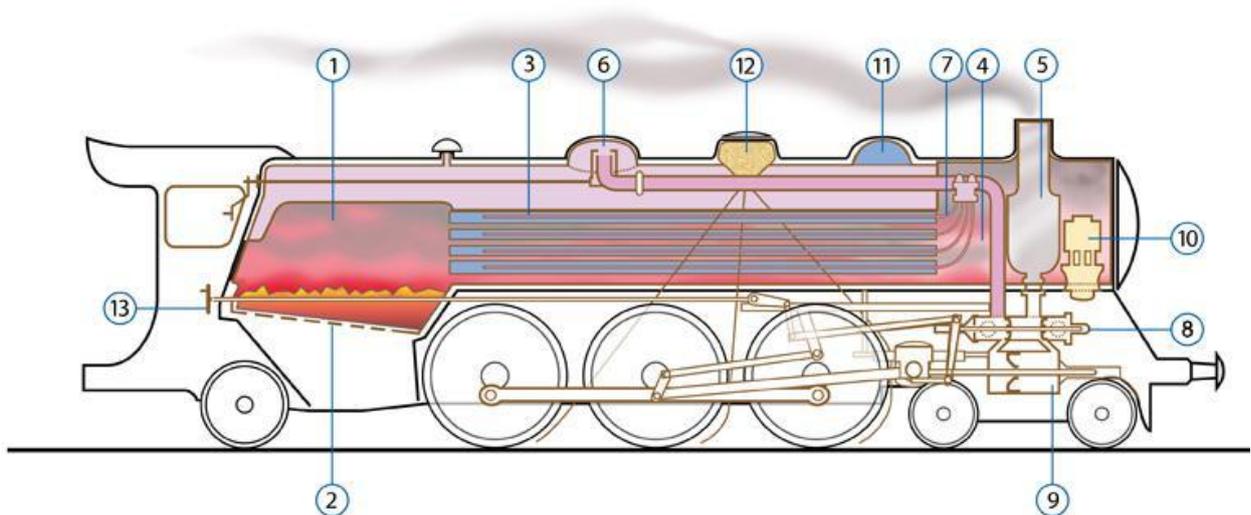
Elle était constituée d'une chaudière tubulaire horizontale et était mue par deux cylindres, situés de chaque côté de la locomotive, inclinés à 35°. Elle comportait un essieu moteur et un essieu arrière porteur. L'eau était contenue dans un tonneau de bois situé à l'arrière de la locomotive, le charbon se situant en dessous de celui-ci.

Elle pouvait tracter une voiture de 30 voyageurs jusqu'à 40 km/h, ainsi que des wagonnets de mines. Elle pouvait rouler à des vitesses autour de 20 km/h. Elle battra le record du monde à 56 km/h.

En 1830, Georges Stephenson dirige la construction de la première ligne de chemin de fer régulière reliant Liverpool à Manchester.



**Document 4 : le fonctionnement de la locomotive à vapeur**



Source : [https://vehicules.com/wiki/Machine\\_a\\_vapeur](https://vehicules.com/wiki/Machine_a_vapeur)

Le foyer (1) correspond à l'endroit où se fait la combustion du charbon. Une grille (2) permet l'arrivée d'air et facilite le tirage. La température atteint 1000°C. Les gaz produits sont entraînés à travers des tubes bouilleurs et des tubes à fumées (3). Ils transmettent leur chaleur à l'eau présente dans la chaudière. Ils arrivent ensuite dans la boîte à fumées (4) et sortent par la cheminée (5).

Dans le dôme à vapeur (6), la vapeur d'eau se concentre et passe par le surchauffeur (7) constitué de groupes de tubes fins dans les tubes à fumée. Le liquide vaporisé peut alors atteindre les 380°C. Il est injecté par la suite dans le tiroir de distribution (8) qui va permettre d'insérer alternativement la vapeur de chaque côté du cylindre (9). Le piston va subir un mouvement de va-et-vient (énergie mécanique) entraînant au passage la bielle motrice. Cette dernière va changer l'énergie mécanique linéaire en un mouvement circulaire. Couplées à la bielle motrice, les roues n'ont plus qu'à suivre son rythme.

Une pompe d'alimentation (10) alimente la chaudière avec la quantité nécessaire d'eau fraîche par le dôme d'alimentation (11).

Pour garantir un coefficient d'adhérence suffisant entre la roue et le rail, également par mauvais temps, on envoie grâce à de l'air comprimé du sable en provenance du dôme à sable (12) devant les roues, pour éviter leur patinage.

**Pour aller plus loin :**

La machine à vapeur sur France Tv éducation :

<http://education.francetv.fr/matiere/decouverte-des-sciences/cm1/video/la-machine-a-vapeur-les-sepas>

TDC l'innovation technologique n°1018 du 15 juin 2011 :

<https://www.reseau-canope.fr/tdc/tous-les-numeros/linnovation-technologique.html>

Les machines thermiques :

[http://beaumontcol.spip.acrouen.fr/IMG/pdf/livret\\_machines\\_thermiques.pdf](http://beaumontcol.spip.acrouen.fr/IMG/pdf/livret_machines_thermiques.pdf)

L'exposition « grande Vitesse » de l'Espace des sciences :

<http://www.espace-sciences.org/expositions/grande-vitesse>

## Un exemple d'activité tous niveaux : la LGV et son impact écologique.

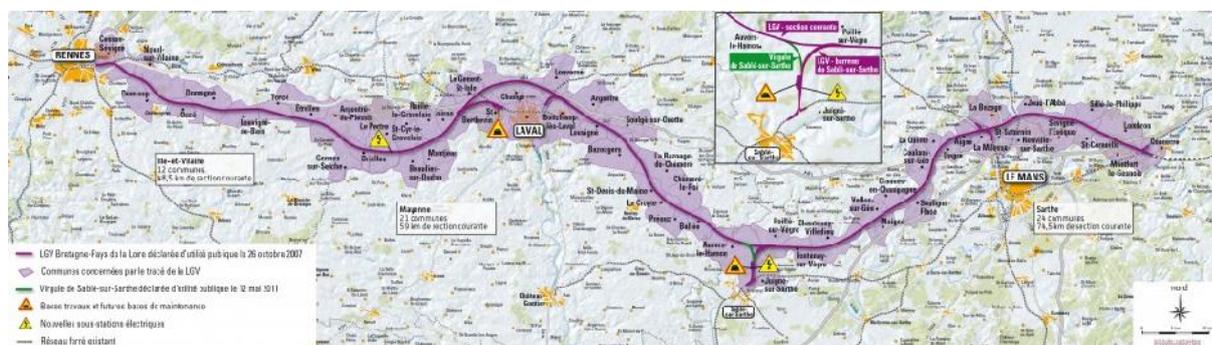
Ce travail en groupe permet d'étudier l'impact environnemental d'un tracé d'une ligne ferroviaire et de voir les solutions proposées pour limiter cet impact. Cette activité peut s'effectuer en classe, mais peut aussi servir de base pour un EPI, un enseignement d'exploration ou un TPE.

**Document d'appel** : une photo de paysage pendant un chantier.



On peut demander aux élèves de rechercher les écosystèmes affectés par le tracé et les espèces qui peuvent être menacées.

### **Document 1 : cartographie de la ligne à grande vitesse Bretagne-Pays de Loire**



<http://www.lgv-bpl.org/caracteristiques-projet/cartographie-trace>

## **Document 2 : Quelques chiffres clés**

**182 km** de ligne nouvelle entre Connerré (Est du Mans) et Rennes

57 communes concernées sur 3 départements.

820 km de rails

1900 000 tonnes de ballast

680 000 traverses

9 viaducs et 6 tranchées couvertes

21 passages grande faune

261 ouvrages hydrauliques servant aussi pour le passage de la petite faune

18.4 Millions de m<sup>3</sup> de remblais

23.5 Millions de m<sup>3</sup> de déblais

90% des territoires traversés sont des terrains agricoles

Coût prévisionnel : 3,4 milliards d'euros.

**Survol de la ligne LGV** : vidéo de 7 minutes qui permet un survol de la ligne de Connéré à Rennes en identifiant quelques infrastructures spécifiques :

[http://www.ere-lgv-bpl.com/files/live/sites/ere/gvbpl/files/Mediatheque/videotheque/LGV%20BPL\\_Survol\\_2016.mp4](http://www.ere-lgv-bpl.com/files/live/sites/ere/gvbpl/files/Mediatheque/videotheque/LGV%20BPL_Survol_2016.mp4)

Ces différents documents permettent de montrer l'ampleur du chantier et de réfléchir sur le choix du tracé de cette ligne. (Cet aspect est aussi abordé dans l'exposition « grande vitesse » :

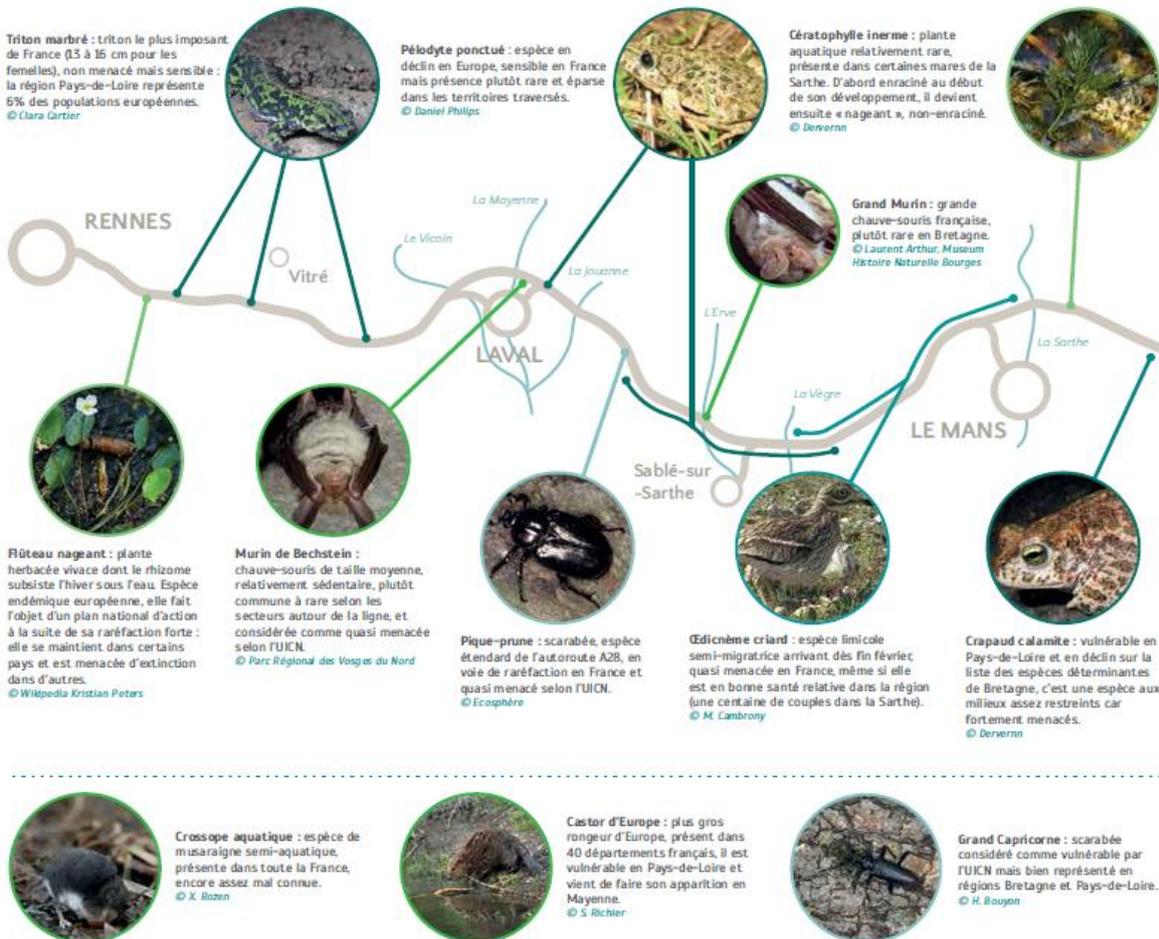
<http://www.espace-sciences.org/expositions/grande-vitesse>).

Ensuite, on peut s'intéresser aux espèces protégées localisées sur le tracé de la ligne LGV .Pour cela, les élèves peuvent rechercher pourquoi certaines espèces sont protégées et quels sont les dispositifs mis en place pour préserver ces espèces.

## Document 3 : des espèces protégées à proximité de la LGV

### LES ÉCOSYSTÈMES DU TERRITOIRE

#### Espèces protégées au cœur d'une biodiversité ordinaire



Source : « Vers le génie civil écologique », publication Eiffage, <http://www.developpementdurable.eiffage.com/fr/publications>

Un groupe d'élèves choisit une espèce et fait son portrait, en précisant sa position au niveau de l'UICN. (Travail complémentaire envisageable sur la classification des animaux).

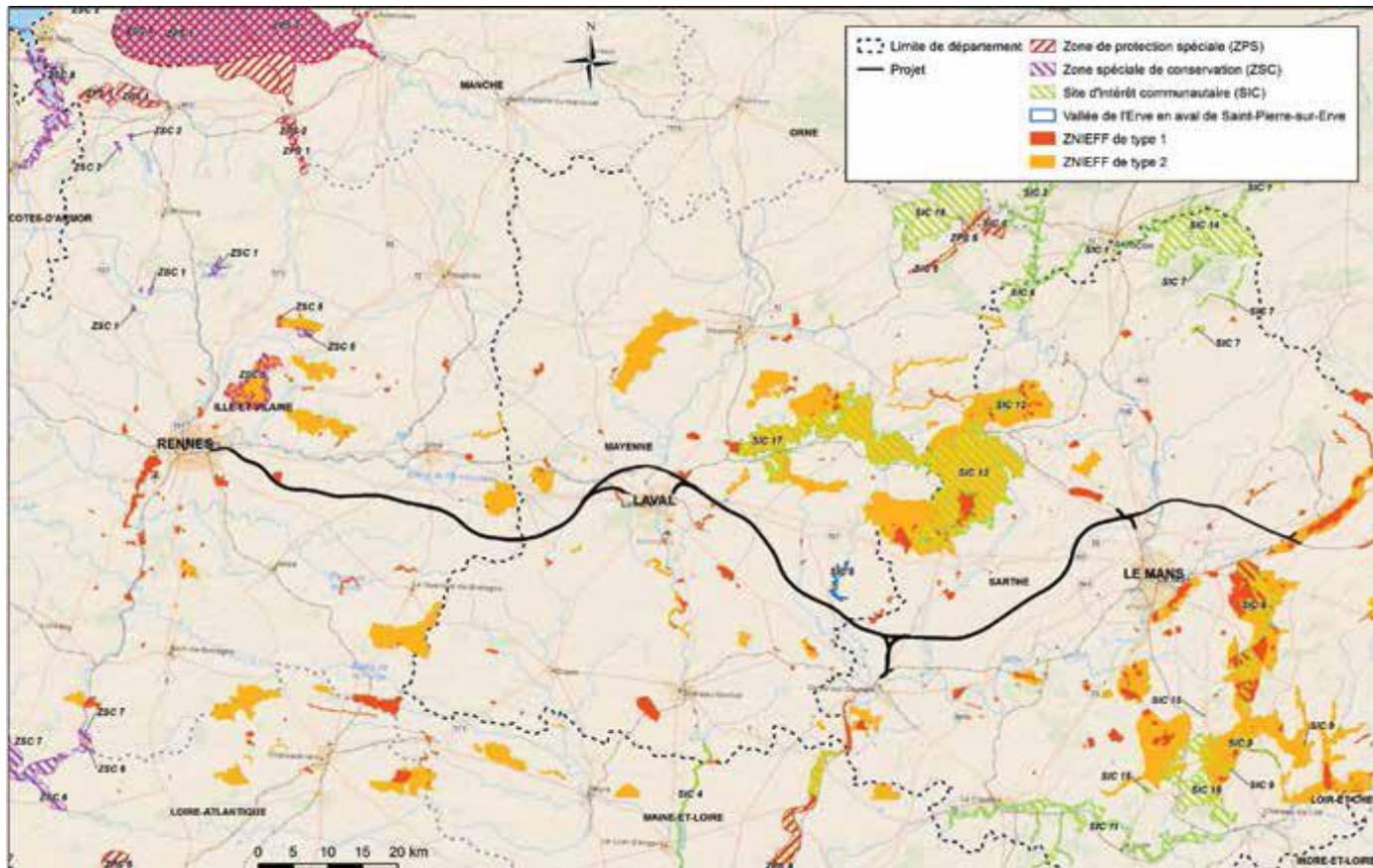
Les espèces protégées proches du tracé de la ligne LGV sont : le triton marbré, le péloodyte ponctué, le cératophylle inerme, le flûteau nageant, le murin de Bechstein, le Grand Murin, le pique-prune, l'œdicnème criard et le crapaud calamite.

On peut aussi rappeler l'histoire du scarabée pique-prune et le blocage de la construction de l'autoroute A28.

## Document 4 : des mesures de protection de la faune et de la flore : la démarche « ERC (Eviter-Réduire-Compenser) » .

Activité élèves : rechercher l'origine de la démarche ERC, expliquer les principes du génie écologique

### Document support : des mesures d'évitement des zones sensibles lors du tracé



Evitement des impacts : le tracé de la LGV établi par RFF contourne les zones d'intérêt écologique et les espaces protégés. ©ERE / CLERE – Setec – Ingérop

Source : « Vers le génie civil écologique », publication Eiffage, <http://www.developpementdurable.eiffage.com>

- **Eviter** : consiste à éviter une zone sensible sur le plan environnemental. Pour cela, des inventaires naturalistes précis sont établis en amont. Ex : zones Natura 2000, réserves naturelles, zones humides. On peut citer l'exemple d'une zone à Louverné, au nord de Laval, qui correspond à d'anciennes carrières et fours à chaux, et qui renferme une grande diversité de plantes calcicoles.
- **Réduire** : fabrication d'ouvrages à conception écologique : crapauducs, passage pour la grande faune, ...
- **Compenser** : il s'agit de restaurer des écosystèmes dégradés ou créer de nouveaux écosystèmes à proximité de ceux qui sont détruits. Exemple : création de mares, ...

**Document et vidéo : les travaux de la LGV prennent en compte les amphibiens (article du ouest France du 11 mai 2014)**

**Lieu de reproduction des amphibiens, les mares, englouties par le tracé de la ligne à grande vitesse, ont toutes été remplacées.**

De l'étang de 3 000 m<sup>2</sup> au petit bassin de 150 m<sup>2</sup>, 28 mares, au total, se trouvaient sur le parcours mayennais de la future ligne à grande vitesse Bretagne-Pays de la Loire. Vingt-six de ces lieux de reproduction des amphibiens ont été comblés et, en compensation, 36 mares ont été recréées. Parfois à quelques mètres seulement de leur emplacement initial.

Avant les travaux – soumis aux arrêtés de la loi sur l'eau et de la préservation des espèces protégées –, des inventaires avaient été réalisés par RFF et Eiffage, tant sur la taille de ces bassins naturels que sur leurs qualités écologiques.

Un an après ces travaux, de nouveaux inventaires ont été menés, qui montrent que la majorité des nouvelles mares est colonisée. En lien avec les différents services de l'État, un suivi scientifique des mares sera d'ailleurs mené pendant les 25 ans du contrat, soit encore 19 ans après la mise en service de la LGV, en mai 2017.

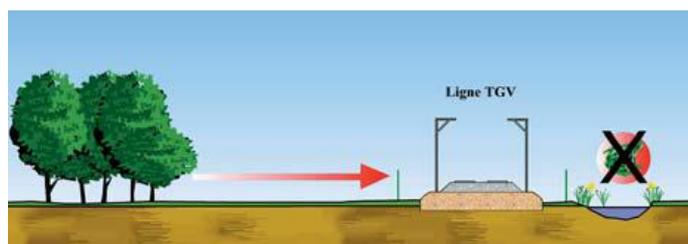
Lien vers la vidéo : <http://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/beaulieu-sur-oudon-53320/ecologie-les-travaux-de-la-lgv-prennent-en-compte-les-amphibiens-2531016>

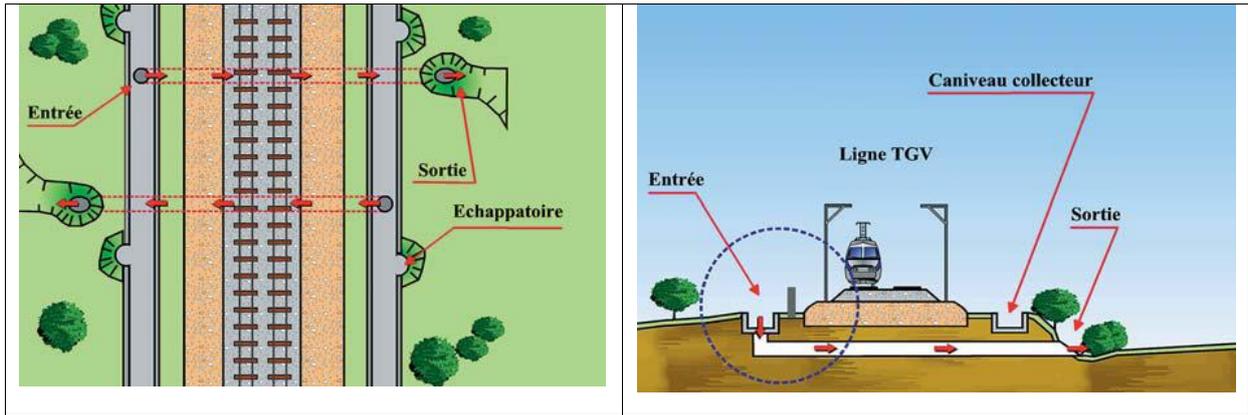
**Document 5 : des exemples d'aménagement**

On peut demander aux élèves de lister différents aménagements mis en place pour préserver la biodiversité.

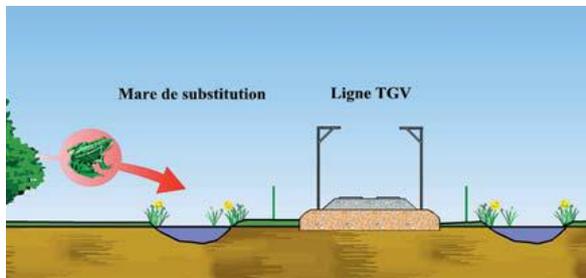
Exemple : les batrachoducs

Un batrachoduc permet à des amphibiens de rejoindre leur site de reproduction

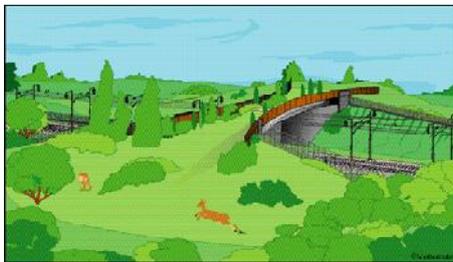




Une autre mesure consiste à réaliser des mares de substitution qui remplacent les mares dont la population a été isolée. Ces mares présentent des caractéristiques (superficie, pentes des berges, profondeur, végétation aquatique, végétation des berges, etc...) adaptées aux espèces concernées.



D'autres exemples d'aménagement :



Passage à faune spécifique



Passage à faune et agricole

Illustrations issues du rapport sur les impacts d'une ligne TGV (LGV PACA): [les impacts d'une ligne ferroviaire à grande vitesse \(LGV\)](#).

## Document 6 : Méthodologie de suivi de fréquentation des passages à faune avec l'utilisation de pièges

Il s'agit ici de voir différents techniques permettant de connaître l'activité des animaux et de tester l'efficacité des aménagements mis en place.

Quelques exemples :

### Les pièges à trappes



Ils permettent de capturer les animaux et d'effectuer des mesures et d'identifier l'espèce. On utilise des gobelets enterrés dans le sol et qui contiennent de l'eau, de la bière ou du sucre.

### Les pièges à micromammifères



Ils permettent de capturer les micromammifères. On place un appât (fromage, pomme) et de la paille au fond du piège pour protéger l'animal du froid.

### Les pièges à indice de présence : observation de traces



traces de hérisson

Ils permettent de connaître l'activité des animaux à partir des traces laissées sur un substrat mou ou sur un piège à traces (piège à encre)

### Les pièges photographiques

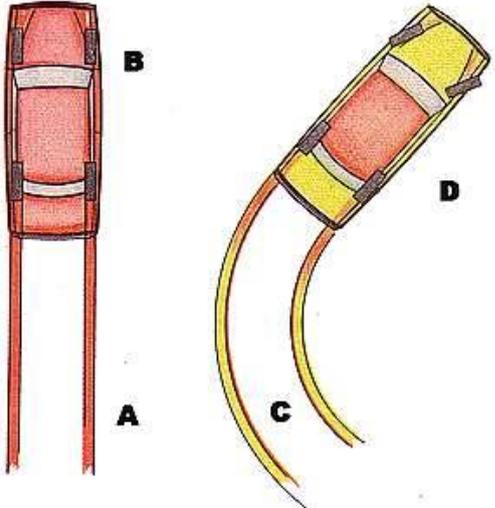


Un radar détecte le passage d'un animal et déclenche à distance un appareil photographique.

Source : <http://www.infra-transports-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/Poster-9.pdf>

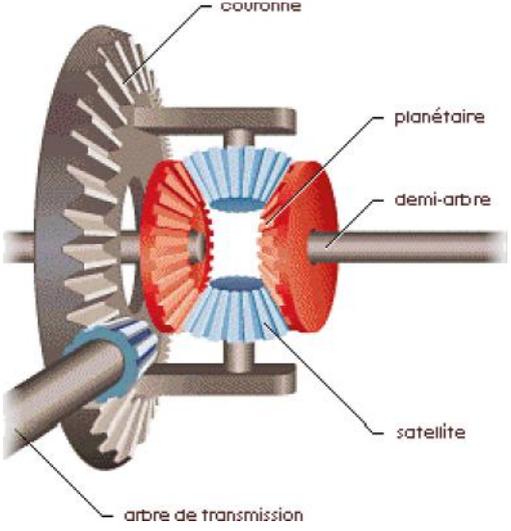
## La comparaison du déplacement d'un train et d'une voiture dans une courbe. (Niveau lycée)

### Le déplacement d'une voiture dans un virage

	<p>En allant de <b>A</b> à <b>B</b>, la voiture qui suit une ligne droite voit ses roues droites et ses roues gauches faire le même nombre de tours.</p> <p>En allant de <b>C</b> à <b>D</b>, sur la voiture qui parcourt une courbe, les roues droites et gauches n'effectuent pas le même nombre de tours. Le rayon du cercle parcouru par la roue de droite est inférieur à celui du cercle parcouru par la roue de gauche et comme la longueur de la circonférence est proportionnelle au rayon, il faut nécessairement que la roue gauche parcoure un plus grand chemin que la roue droite.</p>
--	--

Il existe pour les voitures un dispositif appelé **différentiel** qui permet d'assurer une différence de vitesse entre la roue extérieure et la roue intérieure : les roues à l'extérieur tournent plus vite que les roues à l'intérieur.

Principe de fonctionnement d'un différentiel :

	<p>Un <b>différentiel</b> est un boîtier qui se compose de 2 pignons coniques appelés <b>planétaires</b> sur lesquels sont fixés les arbres des roues et de 2 ou plusieurs pignons appelés <b>satellites</b>, situés entre les planétaires.</p>
---	---

Source : <http://www.jsoclub.com/155/differentiel.htm>

Lorsque la voiture roule en ligne droite, les roues droite et gauche ont la même distance à parcourir : les planétaires (en rouge) tournent à la même vitesse, les satellites ne tournent pas.

Quand le véhicule aborde un virage, la roue à l'intérieur du virage a tendance à ralentir : le pignon solidaire de cette roue freine les satellites, qui font alors tourner plus vite le pignon solidaire de la roue extérieure à la courbe.

### Le déplacement d'un train dans une courbe

Dans une courbe, le rayon de courbure du rail extérieur est plus important que le rayon de courbure du rail intérieur. La longueur de l'arc de cercle parcourue à l'extérieur est plus importante (circonférence =  $2\pi R$ ) que celle parcourue à l'intérieur.

Les roues d'un train sont différentes de celle d'une voiture : elles ont une forme particulière dite **tronconique**, avec 2 cônes opposés.

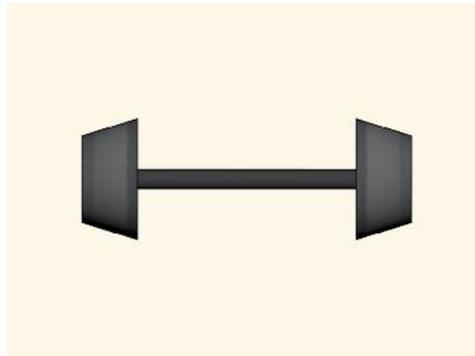
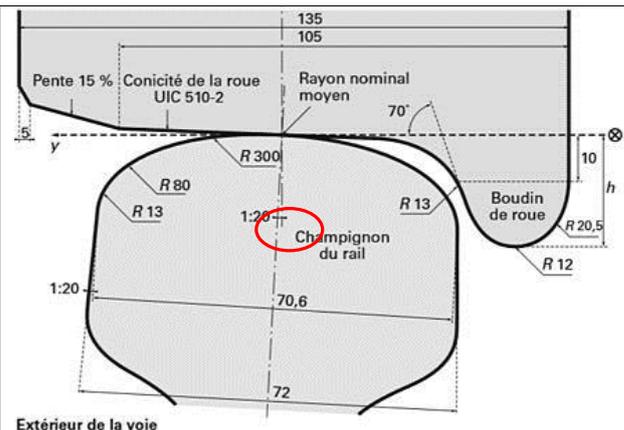
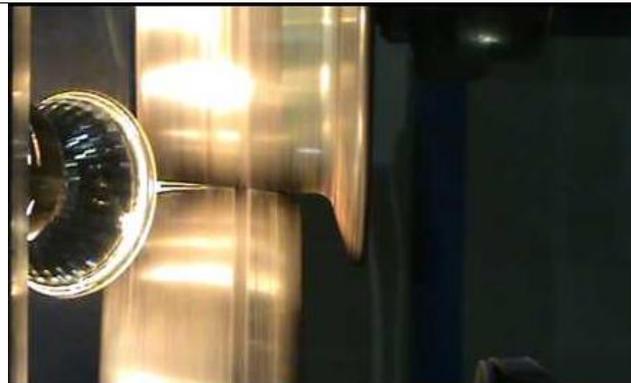


Schéma d'un essieu de train (source : <http://www.etudes.ru/fr/etudes/wagonwheels/>)

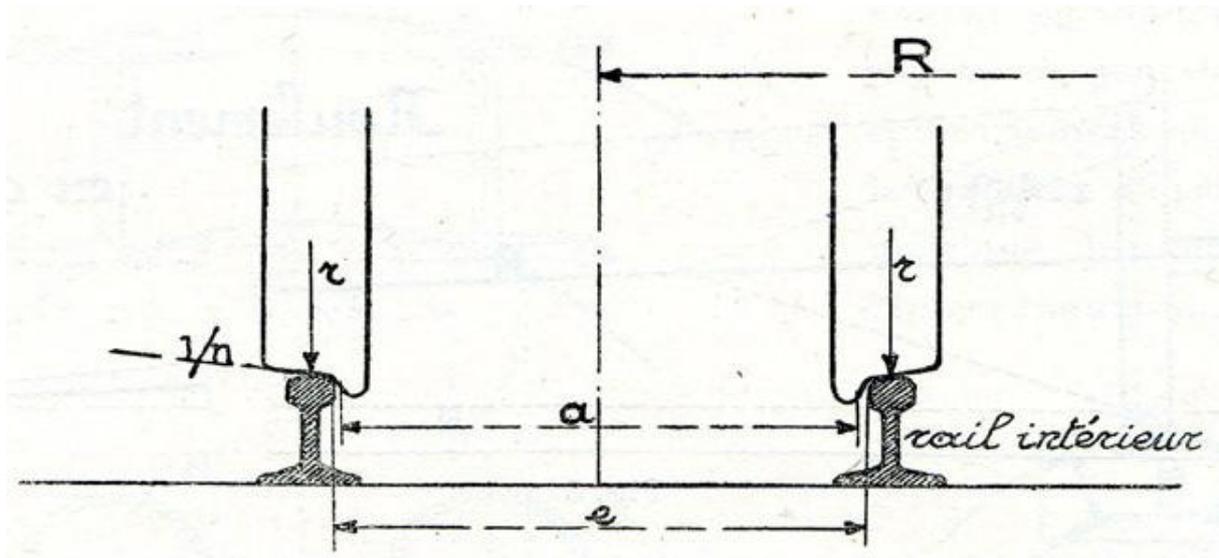
La partie intérieure d'une roue de train présente un bourrelet appelé boudin de roue



La table de roulement des roues (partie en contact avec le rail) est de forme conique avec un raccord concave vers le boudin (qui sert de guidage).

En ligne droite, les 2 roues roulent sur leur cercle de roulement de rayon  $R$ . Ces 2 rayons sont égaux.

La position d'équilibre est située symétriquement par rapport aux deux rails. Sous l'action de la pesanteur, l'essieu tend à se placer par rapport aux deux rails, dans une position telle que son centre de gravité se trouve au point le plus bas. Il en est ainsi lorsque l'essieu est rigoureusement dans l'axe de la voie.



$a$  : distance entre les mentonnets de bandage

$e$  : distance entre les bourrelets intérieurs des rails

$1/n$  : conicité de la roue (de valeur  $1/20$  ou  $2^{\circ}51$ )

Dans une courbe, la force centrifuge tend à déplacer l'essieu vers l'extérieur de la courbe, ce qui a pour effet de placer la roue extérieure en contact avec le rail sur sa plus grande circonférence, tandis que la roue intérieure se trouve en contact sur sa plus petite circonférence. De la différence des circonférences de roulement résulte une différence de vitesses linéaires. La roue extérieure au virage avance plus vite que la roue intérieure.

En courbe, si la voie restait posée sur un plan horizontal, les mentonnets des bandages, sous l'effet de la force centrifuge, presseraient contre le rail extérieur ; pour éviter cela, le plan de la voie est disposé perpendiculairement à la résultante des forces qui agissent sur le train.

Les forces qui s'appliquent sur le train dans une courbe sont la force centrifuge et le poids. La résultante étant oblique, le plan de la voie doit être incliné transversalement : le rail extérieur est surhaussé par rapport au rail intérieur (on parle de **dévers**).

On peut calculer la valeur de ce surhaussement  $h$  (voir le site internet : [http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII\\_II/C\\_E\\_C\\_F\\_III\\_II.htm](http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII_II/C_E_C_F_III_II.htm))

On obtient la formule :

$$h = 0.0118 * V^2 / R$$

**V : vitesse maximale en km/h, R : rayon de la courbe en m**

Cette formule montre que le dévers dépend de la vitesse du train.

Le surhaussement étant limité à 150 mm (180 mm pour les LGV), il faut donc envisager des rayons de courbe plus grands pour des vitesses de train élevées, afin de limiter l'effet de la force centrifuge. Par exemple, pour une vitesse de 160km/h, il faut un rayon de courbure de 2138m.