

# Le tram : un support pluridisciplinaire pour le collège

NICOLAS GIBERTI [1]

*En utilisant le tram de sa ville comme support de cours, on s'assure de bien impliquer les élèves. Il devient facile de réaliser ce projet en utilisant la maquette de tram modulable proposée par e-learning AVENUE. Comment l'utiliser ? Que contient ce kit ? Et surtout, que faire avec les élèves ?*

À l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle, le développement des réseaux de transports collectifs urbains et périurbains constitue un enjeu majeur pour les générations futures. Ces réseaux doivent diminuer la congestion urbaine, désenclaver certains quartiers, soutenir l'économie et l'attractivité des villes et des métropoles tout en réduisant la pollution et les émissions de gaz à effet de serre.

Ce développement passe aujourd'hui par la mise en œuvre de transports collectifs en site propre (TCSP). Il s'agit d'un système de transport public de voyageurs, utilisant une voie ou un espace affectés à sa seule exploitation, bénéficiant généralement de priorités de circulation. Aujourd'hui les tramways [encadré Le tramway] et les tram-trains [encadré Le tram-train] sont les transports collectifs en site propre qui connaissent les plus fortes expansions.

## Le projet tram-train, pratique et ludique

Les programmes de l'Éducation nationale, appliqués au collège, préconisent l'utilisation de supports d'investigations modernes, multitechnologiques et présents dans l'environnement proche des élèves. Le tramway répond à ces exigences. Il permet de développer des

**mots-clés**  
réalisation collective,  
équipement didactique

## Le tramway

Le tramway circule en ville sur des rails encastrés dans le sol. Ces rails ne présentent pas de saillies afin d'assurer la sécurité des piétons et des véhicules susceptibles de croiser ces voies. Une rame de tramway est habituellement composée de caisses suspendues situées entre deux caisses porteuses. Les caisses porteuses (motrices ou nacelles) sont articulées sur des chariots appelés « bogies » ou « boggies ». Cette architecture permet d'améliorer les passages en courbe, de libérer de l'espace à l'intérieur des caisses et de proposer des planchers bas sur l'intégralité de la rame. Les tramways sont conçus pour fonctionner avec une énergie électrique 750 V continu. Ils présentent de fortes capacités d'accélération et de décélération pour offrir des temps de parcours attractifs tout en desservant un maximum de stations. La vitesse maximale d'un tramway est de 80 km/h.



Tramway Alstom Citadis X-03 de Rabat (Maroc)

## Le tram-train

Le tram-train est un véhicule dérivé du tramway, apte à circuler à la fois sur des voies de tramway en milieu urbain et sur le réseau ferroviaire SNCF pour relier, sans rupture de charge, les centres-villes et les zones périurbaines. Ces véhicules fonctionnent avec les tensions électriques des réseaux qu'ils empruntent : 750 V continu pour les villes / 25 kV 50 Hz en mode suburbain (réseau SNCF) et diesel pour les réseaux non électrifiés. La vitesse maximale d'un tram-train est de 100 km/h.



Tram-train Alstom Citadis Spirit d'Ottawa (Canada)

### En ligne

Des ressources pour le « grand » tramway :  
[www.alstom.com](http://www.alstom.com)

Des ressources pour la maquette du tramway :  
[www.e-learning-avenue.com](http://www.e-learning-avenue.com)

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

[1] Professeur agrégé de mécanique au lycée Jean Mermoz de Saint-Louis.

activités collectives dans tous les domaines enseignés à l'école et en particulier dans les nouveaux enseignements de pratique interdisciplinaire (EPI) qui vont apparaître au collège.

En technologie, nous vous proposons également dans cet article une solution innovante et éco-conçue pour mettre en œuvre des activités collectives de fabrication. Il s'agit de maquettes de tram-train à fabriquer par différentes opérations de façonnage telles que le brasage, le pliage, le sciage, l'assemblage et la décoration. Ces maquettes sont disponibles chez e-learning AVENUE.

Dans la suite de cet article, on présentera quelques-unes des exploitations pédagogiques possibles avec nos élèves de collège.

### Un support d'investigation pour toutes les matières

Le support pluridisciplinaire est si riche qu'il n'y a pas de limite aux exploitations par telle ou telle matière. Voici un exemple des activités pouvant être abordées en science et vie de la terre (SVT), mathématiques et arts appliqués.

En SVT, les élèves travaillent, à l'aide du support que constitue le tramway, à leur investigation du monde vivant. Ils peuvent étudier le plan de protection des espèces réalisé par le comité de pilotage du projet du tramway de la ville, puis découvrir les mesures prises sur le milieu physique, naturel, humain à l'occasion d'une sortie sur le terrain, en tram. Enfin, ils



1 Assise mobile et fixe dans un tramway



comparent ce qu'ils ont vu avec ce qui a été préconisé dans l'étude d'impact.

En utilisant le tramway lors de la visite, les élèves pourront s'orienter sur le plan, utiliser les horaires, définir un itinéraire. Le professeur de mathématiques peut utiliser ce travail sur les horaires pour illustrer son cours. D'ailleurs, le sujet du concours Maths sans frontières [encadré Sujet de concours Maths sans frontière] s'appuie sur ce principe.

#### Sujet de concours Maths sans frontière de 2011, niveau CM2/6<sup>e</sup> – Extrait

À Strasbourg, les tramways qui partent de l'Esplanade mettent 35 minutes pour aller à Hautepierre. Là, ils font un arrêt de 10 minutes, puis ils retournent à l'Esplanade avec le même temps qu'à l'aller. Ils repartent après 5 minutes pour Hautepierre sur la même ligne. Un tramway part toutes les 5 minutes de l'Esplanade.

Combien de tramways faut-il au minimum pour un départ toutes les 5 minutes sur ce parcours ? Justifie ta réponse.

Les arts appliqués ont également toute leur place lors d'une sortie en tram. Les élèves peuvent travailler sur le design extérieur des tramways. Ils peuvent étudier la forme du nez et la couleur du véhicule, mais également s'intéresser au tramway en tant que support de communication publicitaire ou événementiel, comme c'est le cas dans de nombreuses villes.

Ils pourront aussi étudier l'intérieur du tramway. D'ailleurs, une étude en classe de 3<sup>e</sup> sur une assise mobile/fixe dans le tramway a été présentée lors d'un séminaire de l'Inspection générale en 2008 1.

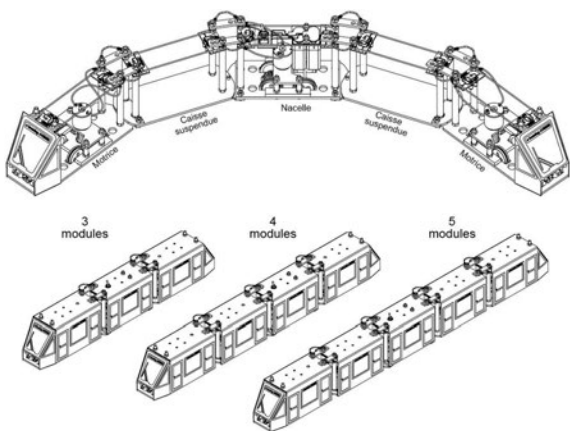
Les élèves peuvent aussi travailler sur les aménagements et ouvrages d'arts présents aux abords des lignes de tramway. À Mulhouse, par exemple, les arches des stations ont été dessinées par l'artiste Daniel Buren, célèbre notamment pour avoir conçu les colonnes de la cour d'honneur du Palais-Royal de Paris 2.

#### Un support d'investigation en technologie

Pour l'enseignement de la technologie, nous abordons la fabrication collective d'une maquette de tramway. Cette maquette est à l'échelle de modélisme standard (1/43<sup>e</sup>) ; la longueur du tram est de 80 cm pour cinq modules.



2 Arches des stations imaginées par Daniel Buren



3 La maquette du tram en configuration de trois à cinq modules

Ce véhicule de transport à plancher bas, entièrement personnalisable, présente de nombreuses similitudes avec le tramway que peuvent emprunter les élèves au quotidien. Il est possible de faire varier le nombre de modules d'une rame, de modifier la décoration extérieure, d'avoir une alimentation électrique par des caténaires, par le sol ou encore par un système interne. Le modèle détaillé dans cet article possède une configuration à cinq modules dont deux sont suspendus 3. L'alimentation électrique est assurée par deux piles de 9 V. Un tram à cinq modules permet de constituer jusqu'à sept groupes de travail : cinq groupes pour les modules et deux groupes pour les nez.

Selon le cas, le professeur ou les élèves esquissent les grandes lignes du projet, adoptent une stratégie, organisent le planning de fabrication 4, puis réalisent les activités de travaux pratiques.

En sixième, les élèves doivent acquérir les connaissances relatives aux « formes permises par des procédés de fabrication », sur la « mise en position et le maintien d'une pièce » ou encore sur les « procédés d'assemblage » comme le soudage, le rivetage, le collage, l'emboîtement et le vissage.

Pour acquérir la compétence « formes permises par des procédés de fabrication », les élèves vont

fabriquer les éléments de structure de leur module. Il s'agit de profilés en acier et en plastique qui vont constituer la structure portante et électrique du module. Les élèves mettent à longueur les profilés en utilisant une scie à métaux. Ils contrôlent leur travail avec un réglet.

Ils peuvent également acquérir cette compétence en réalisant le chaudron, qui est la carrosserie de leur module. La pièce est un pliage en U avec des perçages sur la partie supérieure pour permettre l'assemblage sur la structure métallique du module. Les élèves devront réfléchir sur l'ordre des opérations et l'importance de la précision sur la localisation des perçages. La plaque en plastique transparent de 1 mm se perce facilement à la main avec une tête de mandrin, un plateau martyr et des forets de diamètre 5 et 6 mm. L'utilisation d'un gabarit sera privilégiée pour fixer les centres des perçages et les lignes de pliage. Une fois le chaudron plié, les élèves peuvent vérifier leur travail directement en assemblant leur pièce sur la structure métallique de leur module 5. L'obtention de la carrosserie constituant le nez du tram, quant à elle, demandera une opération supplémentaire de découpage.

Pour acquérir la compétence « mise en position et maintien d'une pièce », les élèves vont travailler sur l'assemblage des roues du tramway. Cette opération

	Sciage 1	Sciage 1	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2	Sciage 2
	Brasage 1	Brasage 1	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2
	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 2	Brasage 3	Brasage 4	Brasage 4	Brasage 4	Brasage 4	Brasage 4	Brasage 4
	Brasage 5	Brasage 6	Brasage 5	Brasage 6	Brasage 5	Brasage 6	Brasage 5	Brasage 6	Brasage 5	Brasage 6	Brasage 5
	Filage 1	Filage 1	Filage 1	Filage 1	Filage 1	Filage 2	Filage 2	Filage 2	Filage 2	Filage 2	Filage 2
	Déco 1	Déco 1	Déco 1	Déco 1	Déco 1	Déco 2	Déco 2	Déco 2	Déco 2	Déco 2	Déco 2
	Assemblage 1	Assemblage 1	Assemblage 1	Assemblage 1	Assemblage 1	Assemblage 2	Assemblage 2	Assemblage 2	Assemblage 2	Assemblage 2	Assemblage 2
	Assemblage 3	Assemblage 4	Assemblage 5	Assemblage 4	Assemblage 3	Assemblage 3	Assemblage 3	Assemblage 3	Assemblage 3	Assemblage 3	Assemblage 3

4 Liste des activités de fabrication

est importante, car elle détermine la distance entre les roues de l'essieu qui doit être compatible avec l'écartement entre les rails de la piste. Il y a six essieux à fabriquer sur un tram à cinq modules ; les élèves doivent donc réfléchir à la notion de fabrication en série. Un gabarit sera utilisé pour la mise en position. Le maintien en position des roues sur l'axe se fait par collage. Des oreilles creusées dans les roues permettent d'optimiser l'opération **5**. Une fois la colle sèche, les élèves peuvent vérifier leur travail directement sur les rails de la piste du tram-train.

Enfin, pour acquérir la compétence « procédé d'assemblage », nous venons de voir comment les élèves abordent le procédé de collage en assemblant les roues du tram. Pour découvrir le soudage, les élèves vont braser des composants sur des cartes électroniques d'éclairage et des cartes pilotant les feux de circulation **6** et assembleront par vissage les différentes pièces sur le châssis. Pour terminer, les modules seront emboîtés les uns dans les autres pour former la rame du tram-train.

Toujours dans le cadre des enseignements technologiques, le tramway peut être habillé par une décoration adaptée au thème ou à la ville choisie.



**7** Décoration spéciale pour la coupe du monde de football 2014 au Brésil

Ces activités peuvent se faire sur ordinateur avec un logiciel de dessin de type Paint ou bien avec des feutres ou des crayons. Des gabarits représentant les portes et fenêtres sont disponibles pour les deux types d'activité. Le collège Wolf de Mulhouse a décidé de réaliser une fabrication spéciale à l'occasion de la coupe du monde de football 2014 au Brésil **7**.

Les fiches de guidance sont détaillées sous la forme d'une bande-dessinée **8**. Elles permettent aux élèves de travailler en toute autonomie. Chaque activité commence par un inventaire du matériel nécessaire et se poursuit avec une sensibilisation aux règles de sécurité, pour se terminer par un contrôle de la qualité et un rangement du poste de travail.

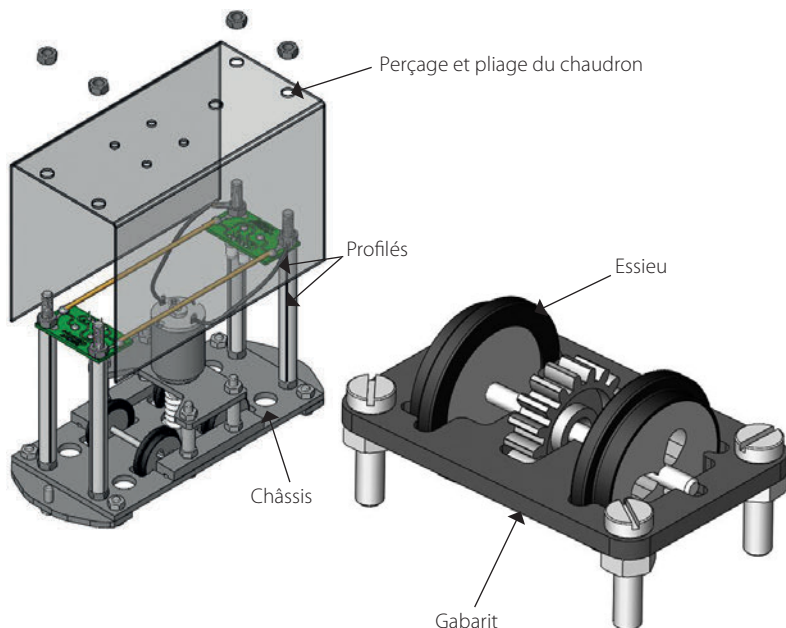
### La finalisation du projet

Une fois la maquette fabriquée, les différents groupes peuvent passer aux essais, établir des protocoles pour mesurer des performances choisies et même valider la production finale. Ensuite, les maquettes peuvent être présentées à l'ensemble du collège, comme par exemple, la classe de 3<sup>e</sup> DP3 du collège Kennedy de Mulhouse qui a choisi d'élaborer un film et de le diffuser sur Internet.

En ligne

[https://www.youtube.com/watch?v=B\\_j8ZyNDQ5M!](https://www.youtube.com/watch?v=B_j8ZyNDQ5M!)

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>



**5** L'assemblage du chaudron et des essieux



**6** La carte électronique pilotant les feux de circulation

La maquette du tram-train peut également être mise en fonction sur sa piste instrumentalisée **9**. Celle-ci constitue un banc d'expérimentation pour l'étude de circuits électriques à courant continu (3-12 V).

Là encore, il est possible de faire de la transdisciplinarité, le professeur de sciences physiques peut également intervenir et faire mesurer les grandeurs physiques (tension, intensité, vitesse, charges...) sur la maquette réalisée en technologie. Le tramway sert de support pour établir les relations de fonctionnement. On peut notamment étudier les moteurs, les engrenages à roues et vis sans fin, les circuits électroniques composés de LED et de résistances, etc.

De nombreuses activités sur le support papier permettent de formaliser les connaissances acquises lors des activités pratiques.

La maquette est recyclable et permet d'étudier la notion de cycle de vie d'un produit. Chaque année, les châssis et les pièces de liaison de certaines produc-

tions peuvent être démontées et recyclées. Il suffit de se réapprovisionner uniquement en consommables liés aux nouvelles activités souhaitées.

**D'autres pistes d'exploitations**

Tout l'intérêt de ce projet est de faire le lien entre la maquette, qui représente un type de modélisation,

et le produit réel. Pour cela, on peut organiser une visite dans l'un des services techniques ou centre de maintenance [10](#). Les élèves, à partir de leur modèle simplifié, pourront appréhender plus facilement les éléments techniques réels. Ils pourront aussi découvrir des métiers liés au domaine ferroviaire tels que technicien de maintenance, régulateur de réseau, planificateur, etc.

On peut axer un travail de sensibilisation des élèves sur les règles de sécurité et de circulation à l'aide des panneaux de signalisation spécifiques, aborder des règles de priorité, les risques d'accident ou d'électrocution... Les élèves peuvent également travailler sur les conditions d'utilisation du tramway avec le titre de transport sous ses différentes formes : ticket électronique, application smartphone, abonnement solidaire, fraude...

La piste du développement durable pourra conduire à fabriquer une éolienne ou une centrale solaire qui alimentera le réseau (3 à 12 V). Pour les plus aguerris, on pourra mettre en place un système de pilotage du tramway à l'aide de son smartphone par l'intermédiaire d'une carte Arduino.

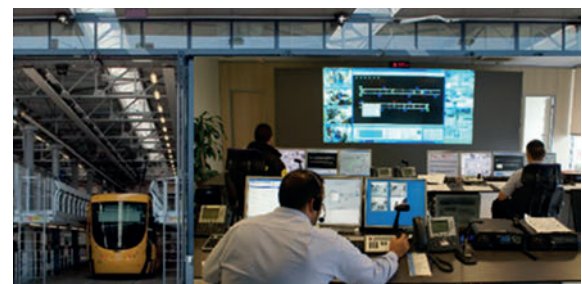
Gageons que les meilleures idées seront les vôtres. Alors, à vous de jouer ! ■

Tram-Train e-learning AVENUE		Fiche d'activité	DECORATION n°1	Page 1 / 1	Dossier fabrication
Objectif de l'activité		Décorer un chaudron			
Matériel et matière nécessaires					
Ordinateur équipé d'une imprimante + fichier informatique Déco 1 Chaudron.bmp	Feutres, crayons, etc. OU + feuille Déco 1 Chaudron.pdf	Paire de ciseaux (x1)	Ruban adhésif (x1)	Réglet (x1)	Chaudron plié (x1)
Opérations à réaliser					
Realiser la décoration à l'aide d'un logiciel de dessin ou avec des outils manuels (feutres, crayons, collages...)	Découper les 2 planches de décoration	Préparer 3 morceaux d'adhésif transparent de longueur 70 mm.			
Placer les morceaux d'adhésif comme indiqué sur les figures ci-dessous	Positionner la 1 <sup>ère</sup> planche de décoration à l'intérieur du chaudron. Le chaudron en plastique protège ainsi le côté imprimé de la planche de décoration				
Rabattre le ruban adhésif pour fixer la planche de décoration sur le chaudron	Recommencer les opérations pour le 2 <sup>ème</sup> côté du chaudron	Ranger et nettoyer votre poste de travail			
Fin de l'activité					

**8** Une fiche d'activité détaillée pour décorer le chaudron



**9** Une piste instrumentalisée



**10** Un centre technique d'un réseau de tramway