

# LA MACHINE INFERNALE

## Dossier pédagogique





# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Infos pratiques

La Machine Infernale  
À partir du CE2

Du 19 octobre 2019  
Au 23 novembre 2019

## Contact

Arthur Rafié  
Chargé de projets  
arthur.rafié@emse.fr  
04.77.42.01.45

Alexandre Saffre  
Chargé de médiation  
alexandre.saffre@emse.fr  
04.77.42.01.94

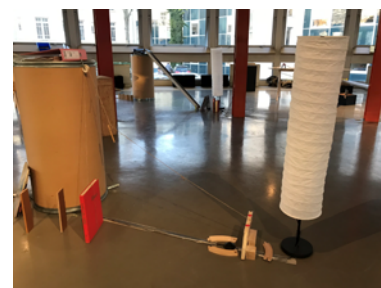
## Résumé

Devenez un·e « maker » le temps d'une construction dans l'atelier !  
Faites fonctionner votre créativité, activez vos méninges et assemblez des objets de toutes sortes pour relever le défi final !

En équipe, petits et grands trouvent des solutions techniques et construisent un parcours de réactions en chaîne à partir d'un bric-à-brac de matériaux.

Des dominos, des kaplas, des gobelets, des billes... sont à votre disposition : à vous de jouer !

Venez réfléchir, expérimenter, et surtout vous amuser, dans cet atelier où tous les agencements sont possibles !



## Machine de Rube Golberg, une machine infernale ?

On attribue l'origine de ces machines à Reuben Goldberg (1883-1970). Dessinateur de presse, cet américain aux multiples talents a imaginé et crayonné des machines complexes destinées à réaliser des tâches simples, comme allumer une lumière ou éteindre le réveil-matin...

Ces machines imaginaires permettent de s'interroger et d'observer les réactions en chaîne, le mouvement, les forces... et finalement les causes et leurs effets !

Un atelier qui permet de décortiquer ensemble ses notions tout en mettant la main à la pâte !

Animation à faire et refaire avec vos élèves, au centre, en famille ou entre amies !!!

# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Un atelier «Adulte-Enfant»

L'atelier est un moment de partage entre l'adulte et l'enfant. L'adulte n'est pas seulement là en tant qu'accompagnant mais bien en tant que participant et accompagne l'enfant tout au long de l'atelier.

### Objectifs :

- Faire découvrir et créer un parcours de réactions en chaîne ;
- Faire travailler en équipe, les mettre au défi ! ;
- Initier à la démarche d'expérimentation et d'essai-erreur ;
- Comparer les différents résultats obtenus ;
- Éveiller à la culture scientifique avec la découverte de certaines notions en physique ;



### Contexte :

- chaque équipe a un espace de travail identique ;
- chaque équipe a la même base de matériel.

### Résultat :

- construction de 5 machines





## Notions scientifiques abordées dans l'atelier

### En Physique

- Mouvement : déplacement d'un objet.  
*Ex: une bille suit un parcours*
- Accélération : changement de vitesse de l'objet.  
*Ex: une voiture descendant une pente*
- Énergie : capacité d'un objet à en déplacer un autre.  
*Ex: le domino qui tombe pour en toucher un autre*
- Force : chute d'un objet sur un autre.  
*Ex: Un kapla tombe sur une bascule pour créer une catapulte*
- Attraction terrestre (gravité) :  
Elle est responsable de la chute de l'objet.  
*Ex: l'objet est attiré vers le sol*
- Frottement : l'objet est en contact avec la table, le sol. Cela crée un frottement et entraîne le ralentissement de l'objet qui roule, glisse, se déplace.

### En savoir plus p.9

## PHILOSOPHIE MAKER SCIENCE

La philosophie « Maker » est une culture qui se développe à partir du DIY (Do it yourself - fais le toi-même), tournée vers les technologies et les projets d'ingénierie. Être un-e « maker » c'est un état d'esprit, c'est apprendre par la pratique dans un cadre qui met en avant la collaboration, l'amusement et le plaisir de réussir quelque chose par soi-même.

« La machine infernale » est une activité qui développe la curiosité. On y apprend de ses multiples essais, de ses erreurs. Si le parcours ne fonctionne pas, ce n'est pas grave. On réessaie, on échange, on s'inspire les un-e-s des autres, pour construire une suite de réactions en chaîne et atteindre son but !

# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

L'atelier « Lamachine infernale » est une activité pédagogique qui initie les élèves à la démarche technologique et expérimentale en science (questionnement, observation, expérimentation, simulation, essai-erreur..) et qui permet de développer des compétences transversales telles que : la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit d'équipe, la collaboration, l'habileté (agilité) manuelle, la vision globale d'un système, ainsi que le goût d'apprendre et le goût des sciences.

Cet atelier comporte également un volet de restitution de groupe qui permet à chaque équipe de présenter sa machine et d'expliquer sa démarche avant de faire découvrir le résultat final. Cette étape positionne les élèves dans une situation de communication orale et de transmission de leur compréhension générale. Ils expliquent les phénomènes physique observés, associés au mouvement des objets qui composent la suite de réactions en chaîne de leur machine de Goldberg.

## PROGRAMME CYCLE 2

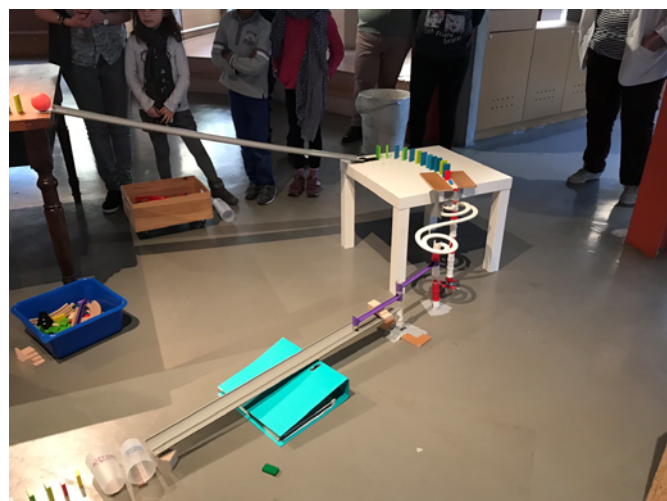
QUESTIONNER LE MONDE	
PROGRAMME	NOTIONS
Pratiquer des démarches scientifiques	Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion.
Imaginer, réaliser	Imaginer et réaliser des objets simples et de petits montages.
S'approprier des outils et des méthodes	Choisir ou utiliser le matériel adapté proposé pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience. ----- Manipuler avec soin.
Pratiquer des langages	Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire.
Se situer dans l'espace et le temps	utiliser et produire des représentations de l'espace. ----- ordonner des événements ;



# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## PROGRAMME CYCLE 3

PROGRAMME	NOTIONS
Matière, Mouvement, Énergie	<ul style="list-style-type: none"><li>- observer et caractériser des mouvements variés → permet d'introduire la vitesse et ses unités.</li><li>- l'énergie associée au mouvement peut être qualitativement reliée à la masse et à la vitesse de l'objet.</li><li>- constater un échange d'énergie entre les objets avec l'augmentation ou la diminution de la vitesse.</li></ul>
Observer et décrire différents types de mouvements	Mouvements dont la valeur de vitesse est constante ou variable (accélération, ralentissement).
Identifier différentes sources et connaître quelques conversions d'énergie	<ul style="list-style-type: none"><li>- l'énergie existe sous différentes formes et peut être associée à un objet.</li><li>- la fabrication et le fonctionnement d'un objet technique d'un objet nécessitent de l'énergie.</li></ul>



## Ressources pédagogiques Rotonde : CYCLE 2 & 3

La Rotonde propose des séquences pédagogiques sur la thématique de l'atelier « La machine infernale » que vous pouvez mener avec votre classe et qui répondront au programme scolaire.

Ces modules thématiques couvrent l'ensemble des points du programme et permettent à vos élèves de travailler la démarche d'investigation.

Ces modules ont été réalisés à partir de ressources existantes de «La Main à la Pâte» ou d'un travail de conception en partenariat avec l'Éducation Nationale. Ils ont tous été testés en classe et sont utilisés chaque semaine par 10 000 élèves du département, grâce au dispositif Fibonacci.

Chaque ressource se compose d'une séquence pédagogique et de la liste du matériel nécessaire pour la mener en classe.

MODULE	RÉSUMÉ	CLASSE
<a href="#">Faire rouler</a>	Ce module permet aux élèves de se familiariser avec la démarche de conception d'un objet technique : analyse fonctionnelle (cahier des charges), recherche de solutions techniques, construction et test des performances de l'objet. Ceci se met en place à travers un projet « fil rouge » : la construction d'une petite voiture.	Cycle 2
<a href="#">Énergie</a>	Ce module permet aux élèves de modifier leurs représentations de la notion d'énergie. Il permet, en lien avec l'éducation au développement durable, d'aborder la notion d'énergies renouvelables ainsi que d'identifier des comportements favorisant l'économie d'énergie.	CM1
<a href="#">Leviers et mobiles</a>	Ce module a pour objectif de faire connaître aux élèves le principe du levier et ses avantages comme ses limites. Une étude des mobiles vient compléter cet apprentissage du levier et permet aux élèves de relier les propriétés des deux objets.	CM1
<a href="#">Poulies et engrenages</a>	Ce module permet aux élèves de découvrir quelques mécanismes de transmission de mouvement à travers l'observation d'objets techniques de leur environnement. Ils approfondissent leurs connaissances sur la transmission par engrenages.	CM2
La machine infernale	Fiche d'animation qui reprend le déroulé de l'atelier que vous avez vécu avec votre classe.	Cycle 3





# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Pour préparer votre visite

### En amont

Nous vous conseillons de ne pas travailler les notions abordées dans l'atelier «Machine Infernale» afin de conserver la surprise liée à la découverte et à la création de la machine.

### En aval

Afin de poursuivre l'expérience «Machine Infernale» voici une liste d'activités à faire avec vos élèves de cycle 3 :

#### DESSINE LA MACHINE DE TES REVES

##### Objectifs :

- Travailler les schémas scientifiques
- Anticiper les liens de causalité

A la manière de Rube Goldberg, les élèves dessinent leur propre machine et se familiarisent avec le schéma scientifique. L'intérêt n'est pas de faire le dessin le plus artistique ou le plus fidèle à la réalité mais de communiquer de manière efficace par leur schéma ; tels des ingénieur.es.

En groupe ou individuellement, les élèves dessinent la machine de leur rêve. Les schémas sont ensuite échangés et les élèves doivent anticiper le mouvement de la machine.

#### LA MACHINE INFERNALE EN CLASSE

##### Objectifs :

- Apprendre à s'organiser en équipe
- Réexploiter l'atelier avec d'autres types de matériel

Avec le matériel à disposition dans l'école, les élèves doivent recréer une machine de Goldberg. Ils peuvent s'inventer leur propre défi et doivent ensuite s'organiser en équipe afin de collaborer ensemble. Des rôles peuvent être donnés (maître du temps, magasinier responsable du matériel, photographe, etc), les parties de la machine peuvent être découpées en différentes parties... Aux élèves de tester différentes organisations.

Idées de défi :

- faire tomber un gros livre à partir du mouvement d'un domino
- n'utiliser que des objets en bois
- utiliser des objets de plus en plus gros
- espacer deux objets de 50 centimètres
- etc.



# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Pour aller plus loin :

### Notions scientifiques abordées dans l'atelier

**Mouvement** : changement de position d'un objet dans l'espace.

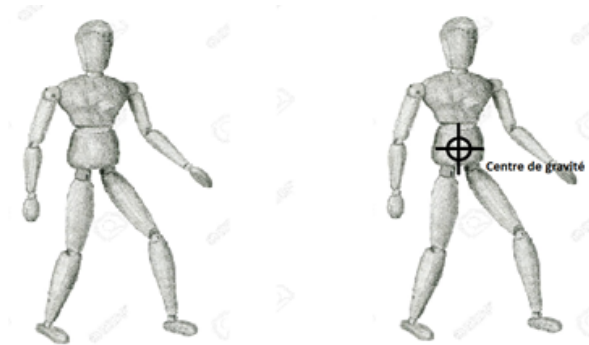
**Accélération** : changement de la vitesse d'un objet, d'un corps en fonction du temps (modification du nombre de km/h)

**Energie** : capacité à fournir un travail, par exemple pour déplacer un objet ou le chauffer.

**Force** : action d'un objet sur un autre à un moment donné, toute accélération a pour origine une force.

**Centre de gravité** : point de référence qui permet à un objet de se tenir en équilibre. Il sert à définir la hauteur d'un objet quelle que soit son orientation.

**Frottement** : forces s'opposant à la création du mouvement. Force opposée à ce dernier.



## Différents types d'énergies

Une machine de Goldberg est une très longue chaîne de transmission d'énergie qui évolue au fil du parcours. L'énergie qui y est présente peut se trouver sous diverses formes comme : l'énergie potentielle ou encore l'énergie cinétique.

### Energie potentielle :

Cette énergie dérive d'une force ; de la gravité par exemple. Elle est d'autant plus importante que l'objet est haut et lourd. Dans le cas du domino :

Centre de gravité haut : énergie potentielle élevée



Centre de gravité bas : énergie potentielle faible

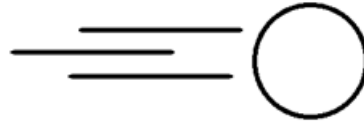
## Energie cinétique :

Cette énergie dérive d'un mouvement. Elle est d'autant plus importante que l'objet est rapide et lourd. Dans le cas de la balle :

Vitesse faible : énergie cinétique faible



Vitesse élevée : énergie cinétique élevée



## REUBEN LUCIUS GOLDBERG

Illustrateur américain connu pour ses dessins de presse, politiques ou humoristiques, Goldberg, ingénieur de formation, a par ailleurs été scénariste pour le cinéma, romancier, inventeur, sculpteur. Il commence à dessiner des machines très complexes dès 1914.

Cet inventeur a obtenu de nombreuses récompenses, notamment le Prix Pulitzer en 1948.

Ses dessins ont émerveillé le public au point que de nombreuses personnes essayent de reproduire ces machines et qu'un prix est décerné chaque année aux États-Unis à la meilleure d'entre elles !

## Différents types de forces

On rencontre dans une machine de Goldberg différentes forces :

### 1) Force d'attraction gravitationnelle :

Elle est aussi appelée gravité. Elle est responsable de la chute d'un corps et transforme l'énergie potentielle en énergie cinétique.

### 2) Forces de contact :

Elles interviennent en cas de contact entre deux objets. Elles peuvent-être à l'origine de transfert d'énergie cinétique entre un objet et un autre : c'est par exemple le cas dans la chute d'un domino.

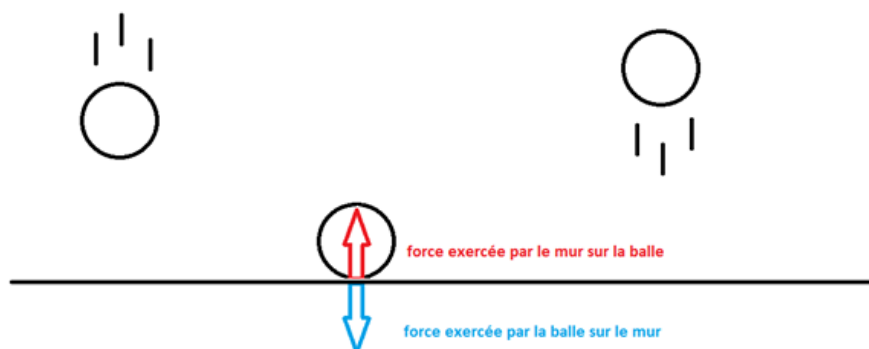
### 3) Forces de frottements :

Elles peuvent être solides (les roues de la voiture frottent sur la table) ou fluides (l'air frappe la voiture). Elles sont responsables du ralentissement des objets qui roulent. Elles transforment l'énergie cinétique en énergie thermique (le frottement chauffe la table) ou cinétique (la voiture met l'air en mouvement).

### 4) Le principe d'action-réaction :

« L'action est toujours égale à la réaction ; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et de sens contraires. » *Isaac Newton*

Quand la balle arrive sur le mur, elle exerce sur lui une force et reçoit une force égale de sens opposé : elle rebondit.







**Easy Rube Goldberg Ideas:  
Easy Rube  
Goldberg Machine for Kids**

## Exemple d'analyse

Extrait vidéo «Machine #1»

La bille est lâchée sur le circuit : son altitude diminue, son énergie potentielle diminue également. Que devient cette énergie « perdue » ? La bille accélère, une partie est convertie en énergie cinétique. Cependant, la bille atteint rapidement sa vitesse limite, imposée par les frottements. Une autre partie est ainsi convertie en énergie thermique.

Pour que le premier domino tombe, il faut le pencher suffisamment pour le sortir de sa zone d'équilibre : cette énergie est fournie par la bille. En tombant, le premier domino convertit son énergie potentielle en énergie cinétique et vient percuter le deuxième domino, lui transférant un peu d'énergie cinétique. De là, une réaction en chaîne s'opère, chaque domino faisant tomber le suivant. On peut mettre autant de dominos que l'on veut car l'énergie est stockée dans chaque domino qui est en position verticale.

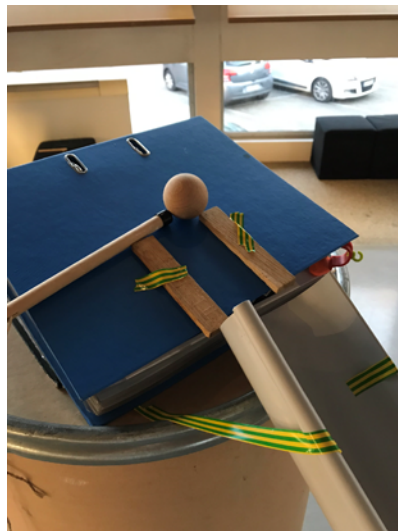
De la même manière, le gratte-ciel vient percuter la voiture, et la forme des deux objets permet à celle-ci d'avancer de nouveau pour faire tomber des dominos et finalement faire sonner la cloche.

# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Astuces utilisées dans le cadre de l'animation

### Prendre de la hauteur

- \* Diriger un objet avant sa chute
- \* Libérer un objet



### Guider, réaliser un virage, donner une direction



## Accélération



## Suite d'objets



## Prendre de la distance : combler de longues distances





# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Équipe créatrice



### Par ordre d'apparition :

Julie Fortin, valorisation de la recherche.

Céline Neau, éducation aux sciences.

Alexandre Saffre, chargé de médiation.

Arthur Rafié, chargé de projets sciences.

Nissim Maruani, polytechnicien  
en stage à la Rotonde en 2018.

# LA MACHINE INFERNALE - Dossier pédagogique

## Bibliographie

### Eduscol

Fiche sur le mouvement : [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mouvement/43/4/RA16\\_C3\\_SCTE\\_Sequences\\_mouvement\\_etapes-1-4-DM\\_614434.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mouvement/43/4/RA16_C3_SCTE_Sequences_mouvement_etapes-1-4-DM_614434.pdf)

Qu'est-ce que l'énergie ? : [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Energie/43/1/RA16\\_C3\\_SCTE\\_energie\\_progression\\_580431.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Energie/43/1/RA16_C3_SCTE_energie_progression_580431.pdf)

Les différentes sources d'énergie : [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Energie/50/4/RA16\\_C3\\_SCTE\\_T1\\_sequence\\_sources\\_energie\\_812504.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Energie/50/4/RA16_C3_SCTE_T1_sequence_sources_energie_812504.pdf)

### Mini portrait Ruben Goldberg

<https://eu.courierpostonline.com/story/life/2018/10/31/art-rube-goldberg-view-philadelphia/1835486002/>

### Exposition d'art

Mise en scène de ses machines : <https://www.pinterest.fr/gdstn/rube-goldberg/?lp=true>

### Sur l'artiste :

<https://eu.courierpostonline.com/story/life/2018/10/31/art-rube-goldberg-view-philadelphia/1835486002/>

<https://www.thecjm.org/exhibitions/99> : avec témoignages de ses petits-enfants

### Vidéos réalisées par La Rotonde

La Machine infernale 2019 - les coulisses : <https://www.youtube.com/watch?v=hKoOFPtakxs>

La Machine infernale des Passeurs de Science 2019 : <https://www.youtube.com/watch?v=db-UhPUhkoA>

Des machines infernales : <https://www.youtube.com/watch?v=NM8gFyrD3oQ>

### Vidéos en ligne

Easy Rube Goldberg ideas : <https://www.youtube.com/watch?v=ICv5owYrW4w>

Six Rube Goldberg machines : <https://www.youtube.com/watch?v=dFWHbRApS3c>

World's slowest Rube Goldberg - Bob Partington : <https://www.youtube.com/watch?v=o-c7tBlNFsw>

Rube Goldberg machine - Ok go : <https://www.youtube.com/watch?v=qybUFnY7Y8w>

Joseph's most complex machine ever : <https://www.youtube.com/watch?v=qybUFnY7Y8w>

Rube Goldberg machine, Le petit déjeuner, film Retour vers le futur 3 : [https://www.youtube.com/watch?v=e\\_oaPMyl2aA](https://www.youtube.com/watch?v=e_oaPMyl2aA)

### Produits dérivés

Jouets : <https://www.amazon.in/Rube-Goldberg-Acrobat-Challenge-STEM/dp/B01MUJ9AWV>

Livre : [https://www.amazon.fr/Art-Rube-Goldberg-Jennifer-George/dp/141970852X#reader\\_141970852X](https://www.amazon.fr/Art-Rube-Goldberg-Jennifer-George/dp/141970852X#reader_141970852X)



# **LA MACHINE INFERNALE**

**Dossier pédagogique**