

Bien observer, tester, soupeser l'information, s'y appuyer pour argumenter, imaginer pour innover : ces compétences sont au cœur de la pratique des sciences et peuvent être mises à profit dans la vie quotidienne, dans notre appréciation critique et honnête du monde qui nous entoure. Mais pourquoi travailler sur ces questions, en classe ? Les enfants ont-ils "besoin d'esprit critique", et que peuvent apporter les sciences en ce sens ?

Enfants ou adultes, dans notre vie quotidienne, nous sommes chaque jour amenés à rechercher des informations et à nous interroger. Nous cherchons à observer, mais cette observation reste souvent sommaire : nos impressions peuvent être imprécises ou trompeuses. Mille idées nous viennent lorsque nous cherchons à expliquer ce qui se passe autour de nous, autant d'hypothèses que nous souhaitons démêler. Lorsque nous le pouvons, nous mettons le réel à l'épreuve, nous tentons de dépasser les obstacles, avec l'impression de le faire rigoureusement.

Parfois, nous n'avons pas les moyens de mener nous-mêmes ces investigations, et nous choisissons de nous en remettre aux efforts déjà fournis par d'autres dans cette exploration du monde : nos parents, nos amis, nos enseignants, des spécialistes, des ouvrages, des sites internet... Mais leurs paroles ont-elles toutes la même pertinence ? Comment reconnaître un argument solide et fondé sur des faits : pour l'adopter, puis pour l'utiliser à notre tour ?

Observer le monde, expliquer les phénomènes, évaluer les informations et leurs sources, argumenter, se servir des connaissances comme tremplin pour inventer le futur... ces actions relèvent de nos tendances naturelles, de la façon dont nous débroussaillons les paramètres inconnus du monde qui nous entoure, pour nous forger une image de son fonctionnement et une posture dans l'existence. Loin de tout mettre en doute, il s'agit de bien soupeser. En d'autres termes, de simplement se comporter en personnes éclairées.

Ces attitudes spontanées nous viennent très tôt, et c'est au moment où elles se construisent qu'existe l'opportunité de les développer. A l'âge où se mettent en place nos outils internes d'évaluation de l'information, ceux que nous mobiliserons toute notre vie. En ce sens, l'école a un rôle à jouer, et tous les enseignants s'y engagent en réalité déjà, parfois sans le réaliser.

- [Observer](#)
- [Expliquer](#)
- [Evaluer](#)
- [Argumenter](#)
- [Inventer](#)

Cycles 1, 2 et 3

Esprit critique, Esprit scientifique

Sur le modèle des machines de Rube Goldberg “Tout ça pour ça?!?”

D'après Esprit Scientifique, Esprit Critique <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/62524/les-machines-de-rube-goldberg>

et Circonscription de Blaye - Fête de la Science 2018

Objectif(s) scientifique(s)	Cycle 2 et 3: AFC2: Comprendre la fonction et le fonctionnement des objets fabriqués. -Être capable de décomposer les mouvements pour identifier les relations de cause à effet. -Savoir qu'une cause est un événement qui en provoque un autre (son effet) et qu'un effet est un événement provoqué par un autre événement (sa cause). Identifier et représenter des chaînes de causalité. AFC3: Décrire le fonctionnement d'objets techniques leurs fonctions et leurs constitutions. Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin. Cycle 1: AFC1: Observer formuler des interrogations plus rationnelles. Construire des relations entre les phénomènes et les objets observés. Prévoir des conséquences. Tirer des conclusions.	
	Objectif(s) langagier(s)	Conduites discursives - Descriptive - Explicative
Objectif(s) EMC	Culture de la sensibilité	Être capable de coopérer.
	Culture de l'engagement	Savoir s'intégrer dans une démarche collaborative et enrichir son travail ou sa réflexion grâce à cette démarche.

Cycle 1

Et en dispositif de différenciation cycles 2 et 3.

Matériel à prévoir

Une ou plusieurs machine(s) de Goldberg créée(s) par l'enseignant.
Petit matériel de la classe et de la salle de motricité : Kapla, dominos, rampes, balles, billes, livres, voitures, aimants, jeux de construction, train, circuits, circuits de billes, cloches, grelots ...
Petit matériel de bricolage et de récupération : rouleaux, boîtes, cartons, entonnoirs, scotch, fil, ficelle, etc...



Au **coin sciences**, en amont, l'enseignant laisse à disposition le matériel afin que les élèves se l'approprient et explorent.



Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

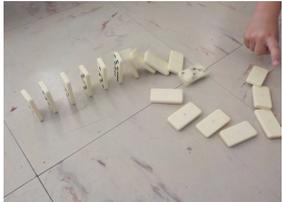


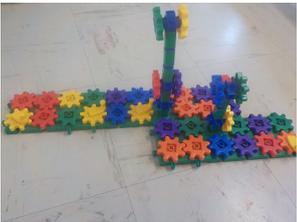
Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

Au **coin regroupement**, régulièrement, des mises en commun vont permettre de partager les expériences vécues au coin sciences. L'enseignant pourra alors institutionnaliser et structurer les découvertes (lexique, connaissances, phénomènes) et les nouvelles problématiques...



Exemple de trace écrite obtenue :

Matériel manipulé : Qu'est-ce c'est? Comment ça s'appelle?	Ce que nous avons découvert : Comment ça marche? A quoi ça sert? Que peut-on faire avec?
<p>l'ascenseur</p> 	<ul style="list-style-type: none">- La cage peut monter et descendre.- Il faut mouliner, tourner, pour enrouler la corde autour de la poulie.- Ça ressemble au puits de <i>Plouf!</i>- On peut tourner dans les 2 sens.- Ça sert à faire monter et descendre des choses.- Si quelque chose de lourd tombe dans la cage quand elle est tout en haut, elle descend très vite.
<p>le pendule</p> 	<ul style="list-style-type: none">- Ça peut pousser des choses comme des dominos.- Il faut tirer le poids en arrière et puis on lâche et ça se balance.- C'est pas comme l'ascenseur parce qu'il n'y a pas la poulie qui tourne pour faire monter ou descendre.- La corde ne s'enroule pas au bâton parce qu'il n'y a pas le moulinet pour tourner.- Si on ne le touche pas, ça se balance longtemps comme une balançoire.
<p>la rampe/le plan incliné</p> 	<ul style="list-style-type: none">- On met la balle au bord en haut et elle roule.- Si on monte le plan incliné très très haut, la balle roule plus vite, si on le met tout en bas, ça va moins vite.- On peut aussi mettre une voiture en haut et elle descend en roulant toute seule.- On peut aussi mettre des objets et ils glissent jusqu'en bas.
<p>la bascule/le levier</p>  <p>la catapulte</p> 	<ul style="list-style-type: none">- Ça fait descendre des choses qui roulent quand on lève d'un côté.- Ça monte et ça descend comme une balançoire.- Ça descend du côté où c'est lourd.- C'est plus facile de faire passer un objet sur la petite parce que c'est moins haut. Il faut le faire rouler vite.- On peut aussi soulever des objets avec en appuyant de l'autre côté ou en mettant un objet plus lourd. - On peut s'en servir de catapulte pour lancer des objets.
<p>les dominos</p> 	<ul style="list-style-type: none">- On peut les mettre debout alignés et on pousse le premier domino avec le doigt ou avec une voiture ou une balle.- Et ça fait tomber tous les dominos.- Les petits dominos tombent plus vite que les gros.- Les gros dominos sont hauts et plus lourds.

<p>le circuit de balles/tuyaux et balle</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - On peut mettre des balles ou des mini-voitures à l'intérieur des tuyaux. - Elles roulent et elles tombent. - Pour que la balle roule, il faut que les circuits du tuyau soient penchés. - Parce que la balle elle descend, et elle descend vite quand c'est très penché. - On peut aussi coller des rouleaux en carton ensemble avec du scotch et les pencher pour faire rouler des balles dedans.
<p>le circuit de billes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - C'est pareil que les circuits de balles, ça roule et ça descend, sauf qu'il y a beaucoup de virages et des trucs en plus. - Il y a plusieurs chemins et des moulins et des spirales. - Les billes roulent vite. - Elles tournent longtemps dans l'entonnoir rouge avant de tomber dans le trou.
<p>les engrenages</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - On peut construire des machines qui font tourner des petites roues qui ressemblent à des fleurs. - Ce sont des engrenages. - Il y a un bâton qui fait tourner toutes les roues quand on le tourne. - C'est parce que toutes les roues sont collées alors ça les fait toutes tourner. Elles se touchent avec les pointes. - On peut enlever les roues et faire plein de constructions différentes. - Les roues elles ne tournent pas toutes dans le même sens.
<p>la balance</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Elle est équilibrée si elle est au milieu et qu'il y a le même poids de chaque côté. - S'il y a un côté plus lourd, ça va pencher du côté le plus lourd. - Pour équilibrer quand un côté est plus lourd, on tire et on fait glisser la barre du côté le plus léger.
<p>les aimants</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ça colle. - Ça se colle aussi sur le tableau. - Ça attire le métal, le fer. - Les boules avancent toutes seules pour se coller. - Avec la grosse poignée, on peut attraper les jetons et les boules sans les toucher. - Avec les bâtons, d'un côté ça s'attire et ça se colle, et de l'autre côté non. Ça force pour ne pas se coller.

En **collectif**, par la suite, les élèves découvriront et observeront des machines sur le modèle de celles de Rube Goldberg fabriquées par l'enseignant, ce qui leur permettra d'en comprendre le principe et le fonctionnement, et de mettre en évidence les liens de cause à effet.

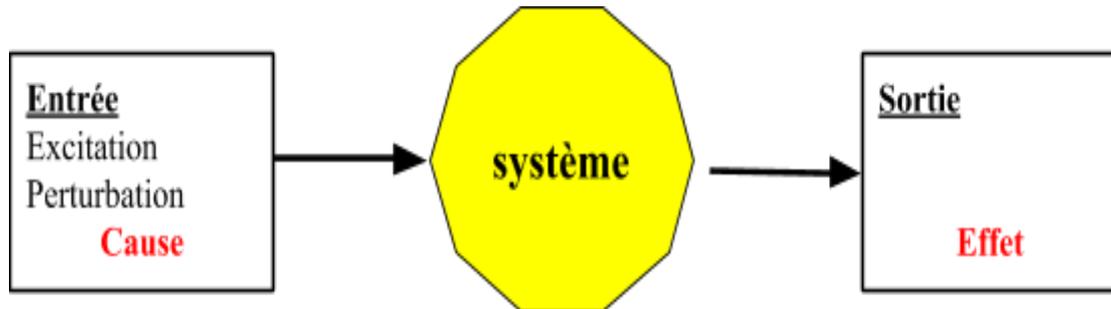
Les problématiques émanant de toutes ces étapes seront notées et exploitées dans les séances suivantes.

Plusieurs dispositifs sont possibles (coin sciences, ateliers, individuel, groupe).

Partie 1 : Analyser et expliquer une machine de Rube Goldberg (notion d'effet)

La machine de Rube Goldberg est une machine qui propose une chaîne d'actions plus ou moins complexe pour exécuter une tâche simple.

Elle peut se schématiser comme suit :



Observer

Phase 1 / Présentation et description d'une machine fabriquée par l'enseignant

1) Proposer aux élèves un montage du **type**:



<https://images.app.goo.gl/FBqnTRXyJNNgtcg9>



Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

Expliquer

- **La machine étudiée est décrite.** “ Où démarre la machine? Que se passe -t-il ensuite?”

Exemple de réponses des élèves : “(La machine démarre quand/au moment où/là où...) la balle roule sur le plan incliné/la bille tombe dans le circuit/la voiture tape dans le domino...”
“Puis/ensuite/après...”

Réponses obtenues avec la machine proposée ci-dessous :



« Ça démarre là où il y a le pendule avec le poids. D’abord, il faut le tenir en arrière et ensuite le lâcher. Après, le poids pousse le rouleau et le fait rouler jusqu’aux dominos. Le rouleau les tape et les dominos tombent et puis le dernier domino pousse la balle et après la balle roule dans le tunnel et puis elle pousse les petits dominos qui poussent les grands dominos donc ils vont tous tomber et le dernier, comme la balle est lourde, ça fait une catapulte en tombant sur la bascule et ça fait sauter le grelot donc il sonne ».

Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

- **Le fait que la machine implique une succession d’événements émerge.** On les désignera sous le nom « d’étapes » de la machine. L’enseignant peut demander aux élèves de relever une ou plusieurs étapes qu’ils ont remarquées. Pour les décrire, une liste de verbes sera dressée : « rouler », « taper », « glisser », « balancer », “pousser”, “tomber/faire tomber”, “basculer”, etc (cf annexes).



- On pourra, à ce moment-là, définir le mot **étape** (succession de deux verbes d'action) et en repérer le nombre.

Exemple :



→ Cette machine comporte **9 étapes**.



Etape 1 : lâcher → taper



Etape 2 : taper → rouler



Etape 3 : rouler → faire tomber



Etape 4 : tomber → faire rouler



Etape 5 : rouler → taper



Etape 6 : taper → faire tomber



Etape 7 : tomber → chuter

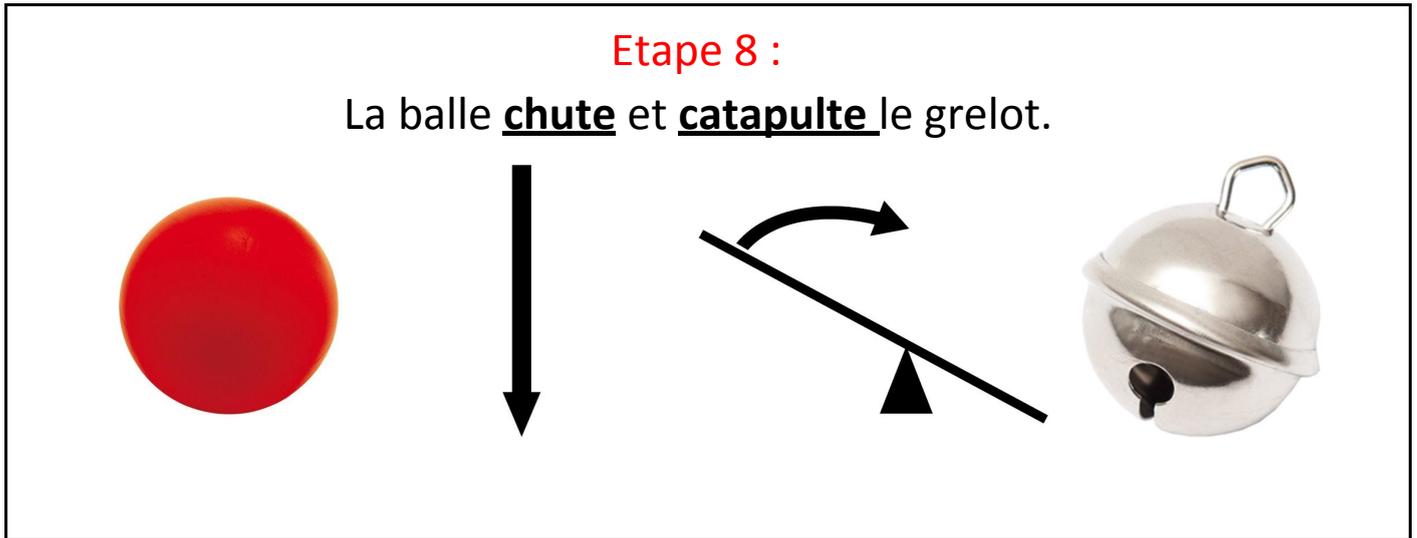


Etape 8 : chuter → catapulter



Etape 9 : catapulter → sonner

Schématisation d'une étape pour affichage et trace écrite :



- **On demande ensuite aux élèves de s'interroger sur le principe de la machine :**

“Comment peut-on faire sonner le grelot autrement qu'en utilisant cette machine ?”

Réponses possibles : “En le prenant avec la main et en le secouant”, “En soufflant dessus”, “En tapant dessus avec les doigts comme sur une bille”...

“Cette machine est-elle réellement utile?” (Tout ça pour ça?!?)

Réponse attendue : “Non!”

- **Pourquoi appelle-t-on ce genre de machine “machine de Goldberg”?** (cf annexes)

Présentation de plusieurs dessins de Rube Goldberg (projetés ou affichés au coin regroupement). L'enseignant laisse les élèves s'exprimer librement puis on décrit et on analyse collectivement les différentes machines (Quels en sont les points de départ? Les différentes étapes? Les finalités?). Même chose avec des photos et des vidéos de différentes “vraies” machines.

- **Au coin sciences, tout au long de la semaine et par la suite :**

1) Laisser un **affichage** regroupant plusieurs machines de Goldberg (et/ou un ordinateur permettant de visualiser des **vidéos** de machines) :



2) Proposer aux élèves différents **défis** (réinvestissement) :

- Placer les étiquettes des verbes d'action sous la photo ou le schéma d'une machine.
- Dénombrer le nombre d'étapes d'une machine (construite, sur une photo ou une vidéo).
- Segmenter et numéroter les différentes étapes d'une machine (photo ou schéma).
- Remettre dans l'ordre les images séquentielles des étapes d'une machine (chronologie).
- Trouver sur le schéma l'étape (les étapes) manquante(s) par rapport à la machine présentée (ou inversement).
- ...

Argumenter

2) Introduction de la notion d'effet et du vocabulaire associé :

On s'intéresse à nouveau à la machine construite par l'enseignant et analysée précédemment :

Par des questions, l'enseignant introduit la **notion d'effet** (DONC).

Exemple :

- “Que se passe-t-il quand on lâche le poids du pendule ?”

Réponse donnée par les élèves : “Il tape le rouleau”.

→ L'enseignant reformule en disant : “On lâche le poids **donc** il tape le rouleau”.

L'**effet** est que le poids tape le rouleau.



- “Que se passe-t-il quand le poids tape le rouleau ?”

Réponse donnée par les élèves : “Le rouleau roule”.

→ L'enseignant reformule en disant : “Le poids tape le rouleau **donc** le rouleau roule”.

L'**effet** est que le rouleau roule.



- “Que se passe-t-il quand le rouleau roule ?”

Réponse donnée par les élèves : “Il tape les dominos”.

→ L'enseignant reformule en disant : “Le rouleau roule **donc** il tape les dominos”.

L'**effet** est que le rouleau tape les dominos.



- “Que se passe-t-il quand le rouleau tape les dominos ?”

Réponse donnée par les élèves : “Les dominos tombent”.

→ L'enseignant reformule en disant : “Le rouleau tape les dominos **donc** les dominos tombent”.

L'**effet** est que les dominos tombent.



- etc ...

Remarque : on introduit ici volontairement la couleur jaune qui symbolisera “l'effet” lors des représentations schématiques de la partie 2.

3) Pour aller plus loin...

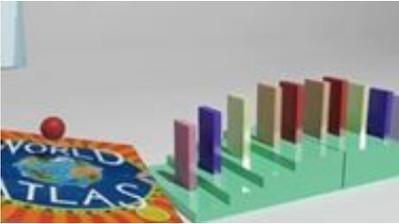
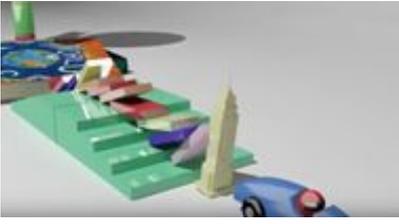
- En collectif, faire visualiser aux élèves la vidéo suivante :



<https://www.youtube.com/watch?v=LNQIhg9DFj4>

- Puis, en individuel (dictée à l'adulte) : cf annexe

Consigne : pour chaque étape de la machine, réponds à la question puis entoure en jaune l'effet et colle l'étiquette de l'action produite (différenciation : nombre d'étapes à analyser).

	<p>Que se passe-t-il quand la bille tombe sur le livre penché ?</p> <hr/> <hr/>
	<p>Que se passe-t-il quand la bille tape le premier domino ?</p> <hr/> <hr/>
	<p>Que se passe-t-il quand le dernier domino tombe ?</p> <hr/> <hr/>
<p>...</p>	<p>...</p>

Exemples de productions obtenues (élèves de MS/GS) :

Prénom : BASTIEN

Les machines de Goldberg : notion d'effet

J'ANALYSE

Consigne : Pour chaque étape de la machine, réponds à la question puis entoure en jaune l'effet et colle l'étiquette de l'action produite.

 <p>TOMBER</p>	<p>Que se passe-t-il quand la voiture pousse le premier domino ?</p> <p><u>Quand la voiture pousse le premier domino, il tombe.</u></p>
 <p>TOMBER</p>	<p>Que se passe-t-il quand le premier domino tombe ?</p> <p><u>Quand le premier domino tombe, tous les dominos tombent.</u></p>

Prénom : VALENTIN

Les machines de Goldberg : notion d'effet

J'ANALYSE

Consigne : Pour chaque étape de la machine, réponds à la question puis entoure en jaune l'effet et colle l'étiquette de l'action produite.

 <p>ROULER</p>	<p>Que se passe-t-il quand la bille tombe sur le livre penché ?</p> <p><u>Quand la bille tombe sur le livre penché, elle descend en roulant.</u></p>
 <p>TOMBER</p>	<p>Que se passe-t-il quand la bille tape le premier domino ?</p> <p><u>Quand la bille tape le premier domino, il tombe.</u></p>

Prénom : LILLIS

Les machines de Goldberg : notion d'effet

J'ANALYSE

Consigne : Pour chaque étape de la machine, réponds à la question puis entoure en jaune l'effet et colle l'étiquette de l'action produite.

 <p>TAPER / POUSER</p> <p>DESCENDRE / CHUTER</p>	<p>Que se passe-t-il quand le dernier domino tombe ?</p> <p><u>Quand le dernier domino tombe, il pousse la tour et elle chute.</u></p>
 <p>ROULER</p>	<p>Que se passe-t-il quand la tour chute ?</p> <p><u>Quand la tour chute, la voiture roule.</u></p>

Phase 2 / Vivre la machine de Rube Goldberg en salle de motricité

- Proposer de vivre avec son corps une machine de Goldberg : réaction en chaîne avec plusieurs élèves.

Exemple 1 : le premier glisse sur le toboggan, pousse son camarade qui fait une roulade puis pousse lui-même le suivant, qui lui glisse sur le banc, avant de pousser les autres qui tombent comme des dominos. En tombant le dernier fait avancer la petite voiture.

Exemple 2 :



Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

- Faire verbaliser les élèves : “Marie-Océance **glisse** sur le toboggan et **pousse** Aymerick, donc il **roule** puis **tape** dans les dominos qui **tombent** les uns après les autres. Le dernier domino **tape** dans Léo qui **bascule** et **pousse** la voiture qui **avance** sur le banc. Puis la voiture **tombe** du banc et **tape** les rouleaux qui **roulent** les uns après les autres. Le dernier **catapulte** Axel dans le cerceau”.
- Demander aux élèves qui ne participent pas à la “mise en scène” de la machine de placer au sol pour chaque étape les étiquettes verbes d’action correspondantes (POUSSER - ROULER - GLISSER...).



Les dominos **TOMBENT**.



Les rouleaux **ROULENT**.



Le playmobil est **CATAPULTÉ**.

- Prolongements possibles :

*Reproduire la même série d’actions en remplaçant les enfants par des objets de la salle de motricité (ballons, voitures, briques...).

*Mettre en scène une machine donnée (manipulée en amont en classe).

*Inventer en petits groupes des machines simples (2 ou 3 actions maximum) et les mettre en scène.

Phase 3 / Le défi : manipuler des machines de Rube Goldberg simples (chaîne minimum de 2 étapes)

Observer

1) En autonomie (manipulation libre)

Tout au long de la semaine , proposer une nouvelle machine chaque jour en conservant celles des jours précédents (4 machines à la fin de la semaine).

Consigne : “Teste la machine de Goldberg”

Exemple :



Machine 1 (engrenages, dominos, aimant)



Machine 2 (tube, balle, rampe, voiture)



Machine 3 (circuit de bille, sonnette)



Machine 4 (poulie, bascule, bille, balance)

Expliquer, Évaluer

2) La semaine suivante en atelier dirigé

L'enseignant fait verbaliser individuellement les élèves.

Consigne :

- "Explique comment fonctionne ta machine" (1 des 4 machines par élève).
- "Quelles sont les différentes étapes" (Que se passe-t-il quand on tourne la première roue?) .

L'enseignant fait reformuler l'élève en lui imposant la structure proposée en phase 1: utilisation du "donc" (explicitation de la notion d'effet).

Profiter de ce moment pour faire une évaluation langagière individuelle (en enregistrant ou en notant dans un tableau, en dictée à l'adulte....)

Exemples d'analyses des machines obtenues en dictée à l'adulte :

 <p>J'OBSERVE.</p>  <p>J'EXPLIQUE JE COMMUNIQUE.</p>  <p>Il faut faire tourner la roue par que la corde elle s'enroule autour de la poulie et ça fait monter l'ascenseur. En montant, l'ascenseur il soulève la bouscule et après la bille elle descend en roulant, et elle va entre les Klaxa et elle tombe dans la balance et ça fait déséquilibrer la balance.</p>	 <p>J'OBSERVE.</p>  <p>J'EXPLIQUE JE COMMUNIQUE.</p>  <p>Il faut mettre la bille en haut dans le tuyau. Ensuite, elle roule et elle descend, et puis elle sort par le trou, après elle tombe sur la rampe et elle roule jusqu'en bas. Elle tape les dominos donc ils tombent et après ça fait avancer la voiture.</p>
 <p>J'OBSERVE.</p>  <p>J'EXPLIQUE JE COMMUNIQUE.</p>  <p>On met la bille tout en haut et après elle descend, puis ça tourne, ça descend, descend, après ça tourne avec le moulin et puis ça descend et à la fin elle tourne dans le tourbillon et elle tombe dans le trou sur la sonnette donc la sonnette sonne.</p>	 <p>J'OBSERVE.</p>  <p>J'EXPLIQUE JE COMMUNIQUE.</p>  <p>On tourne la première roue et ça fait tourner les autres, après la gomme elle pousse les dominos donc ils tombent et après, le dernier domino il pousse la bille-aimant donc elle se colle au grelot et il sonne.</p>

Partie 2: Construire une machine (notion de cause)

Inventer

Phase 1 / Manipulation libre avec le matériel mis à disposition par l'enseignant (et celui de la classe si besoin)

Dispositif : Ateliers ou coin sciences

Laisser les élèves manipuler en valorisant tous les essais.

Consigne : Avec ce matériel, fabrique ta propre machine.



Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

Phase 2 / Fabriquer une machine dont la dernière action est imposée

Dispositif : Ateliers ou coin sciences

Consigne : Avec le matériel de ton choix, invente et construis une machine qui va permettre de... (Ex: faire tomber une bille dans un gobelet, faire rouler la voiture jusqu'au garage...).

Exemple :



La dernière action était ici "Faire rouler la balle rouge sans la toucher directement".

Phase 3 / Introduction de la notion de cause et du vocabulaire associé

Dispositif : En collectif, au coin regroupement

Matériel : photos et/ou vidéos des machines construites en phase 2.

- En s'appuyant sur l'action finale, **la notion de cause** est introduite. On s'intéresse ici à l'action précédente. Par ses questions, l'enseignant va donc cette fois faire émerger la **cause** (PARCE QUE).

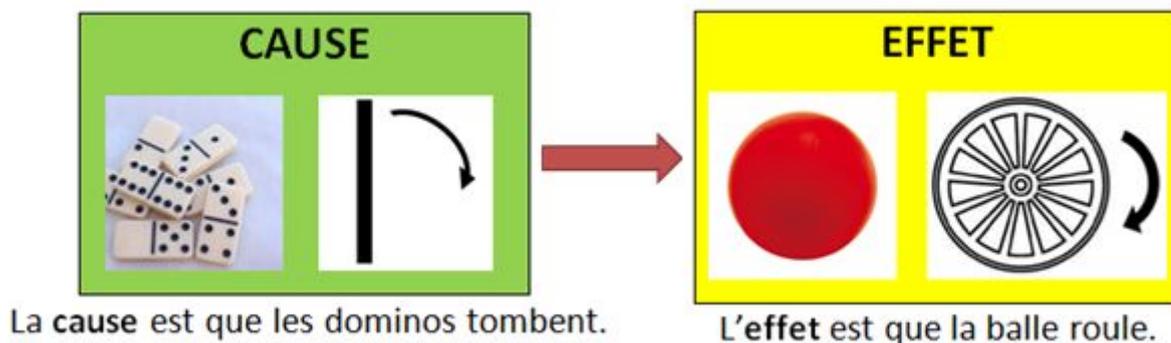
Exemples :

"Comment la voiture peut-elle rouler jusqu'au garage/le grelot peut-il sonner/la balle peut-elle tomber dans le gobelet/etc... avec cette machine?"

Réponse des élèves : "Parce que le dernier domino la pousse", "Parce que la bille le tape", "Parce qu'elle roule sur le plan incliné", etc.

- L'emploi de « **parce que** » va permettre aux élèves de verbaliser les causes (symbolisées par la couleur vert).
- Un champ lexical plus vaste pourra également être exploré (« en raison de » ; « à cause de »).

Schématisation de la relation de CAUSE À EFFET pour affichage et trace écrite :



C'est **parce que** les dominos tombent **que** la balle roule.

La balle roule **parce que** les dominos tombent.

Les dominos tombent **donc** la balle roule.

Les dominos tombent **alors** la balle roule.

Ce sont **les dominos qui tombent** qui font **rouler** la balle.

Phase 4 / Evaluation orale

L'enseignant demande à chaque élève d'**expliquer comment sa machine a été conçue pour arriver à l'action finale** (structure imposée : "parce que"). Contrairement à la partie 1 (analyse de machines et notion d'effet), on part à présent de la fin (quel est le but de la machine?) et on décrit les relations de causalité pour remonter jusqu'au début de la machine (première action).

Phase 5 / Dessiner une machine de Goldberg

1) Dessiner une machine manipulée au coin sciences.

Dispositif : D'abord collectivement au coin regroupement, puis en atelier dirigé et de manière individuelle.

Travail sur la représentation, la schématisation, la précision et le repérage dans l'espace.

2) Dessiner la machine que l'on va fabriquer : projet de construction (cf annexes).

Prénom : MATE

Les machines de Goldberg : schématisation

Consigne : Dessine la machine que tu vas construire (3 actions), après avoir listé le matériel que tu vas utiliser. Explique à la maîtresse son fonctionnement. Teste-la ensuite et conclus.

J'invente une machine de Goldberg (3)

Matériel nécessaire :
- des dominos et le pendule
- 1 balle et un tuyau
- 1 petit grelot
- 1 aimant

Dessin légendé de la machine :

le pendule, le grelot, l'aimant, la balle, le tuyau, 4 dominos

Explication de son fonctionnement :
4e niveau faire sonner le grelot. D'abord les dominos vont tomber parce que le pendule va les taper. Ils vont pousser la balle dans le tuyau ensuite elle va pousser l'aimant et ça va attirer le grelot, il va réagir avec l'aimant et sonner.

Je teste ma machine.

Conclusion : Ma machine a-t-elle fonctionné ? OUI / NON

Pourquoi ? Qu'est-ce qui n'a pas marché comme je l'avais prévu ?
Ça s'est arrêté au bout du tuyau mais la balle n'a pas poussé l'aimant parce qu'elle était pas poussée assez fort.

Que pourrais-je modifier pour que cela fonctionne ?

Dessin :

Explication :
4e niveau rajouter des dominos à la sortie du tuyau parce qu'en tombant ils sont lourds et ils vont pousser l'aimant plus loin, jusqu'au grelot.

Prénom : AMBRE

Les machines de Goldberg : schématisation

Consigne : Dessine la machine que tu vas construire (3 actions), après avoir listé le matériel que tu vas utiliser. Explique à la maîtresse son fonctionnement. Teste-la ensuite et conclus.

J'invente une machine de Goldberg (3)

Matériel nécessaire :
- la bascule (plan incliné)
- le pendule
- une balle
- une voiture

Dessin légendé de la machine :

la balle, la voiture, le plan incliné, le pendule

Classe de MS-GS de Mme Mascort, école maternelle Claude Simon, Salses-le-château

Prolongements possibles : au coin sciences, tout au long de la période (ou de l'année), proposer aux élèves différents défis...

- Remettre dans l'ordre 3 images séquentielles dont la 2ème est donnée (avant/après → cause/effet).
- Comme en partie 1 (Argumenter), analyser des étapes de la vidéo mais en plaçant cette fois les étiquettes "cause" et "effet" (cf annexes).
- Tirer au sort 3 étiquettes de verbes d'action (ex : POUSSER-TAPER/GLISSER/ROULER) ou 3 photos d'objets (ex : DOMINOS/BALLE/PLAN INCLINÉ) ou une action finale (ex : FAIRE SONNER LA CLOCHE ou FAIRE RENTRER LA VOITURE DANS LE GARAGE) et construire une machine.
- Construire la machine qui est sur la photo (niveau 1)/le schéma (niveau 2).
- Analyser une machine (ou une photo de machine) et dire si elle va fonctionner ou pas. Pourquoi?
- Proposer une machine avec une étape manquante. Les élèves doivent l'imaginer puis la rajouter.

Cycles 2 & 3

Pour l'enseignant:

Une structure **cause-conséquence** (ou cause-effet) fait ressortir des liens qui sont établis entre deux éléments ou deux énoncés à l'intérieur d'un texte. Très souvent, il est possible de repérer cette structure par la présence de mots qui introduisent une cause ou une conséquence.

Une **cause** présente la raison de quelque chose, c'est un élément qui en produit un autre, c'est un fait qui en entraîne un autre, etc.

Une **conséquence** explique ce qui arrive (l'effet), c'est le résultat de quelque chose (les répercussions).

Dans cette partie (description, analyse), nous ne nous intéresserons uniquement qu'aux conséquences c'est-à-dire au "donc".

Schématisation : Cause → Effet

CAUSE → **EFFET**



La bille roule sur le plan incliné *donc* le domino bascule.
alors
c'est pourquoi

*Document utilisé en classe de CE1-CE2, Sylvia SARDA, école Jacques Prévert, Cabestany
(voir annexe Affiche cause-effet)*

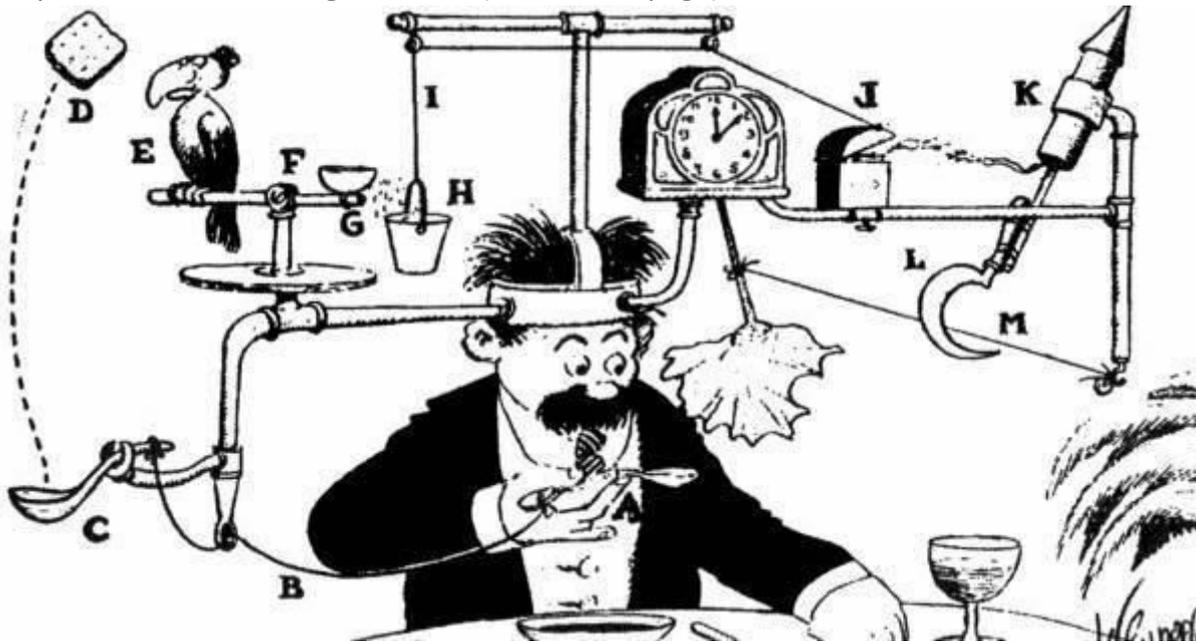
Phase 1: Partie description/ Analyse des machines (notion d'effet)

Phase 1 : Analyser une machine de Rube Goldberg

Séance 1:

Observer

Proposer aux élèves l'image suivante (cf. dernière page) :



<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/62524/les-machines-de-rube-goldberg>

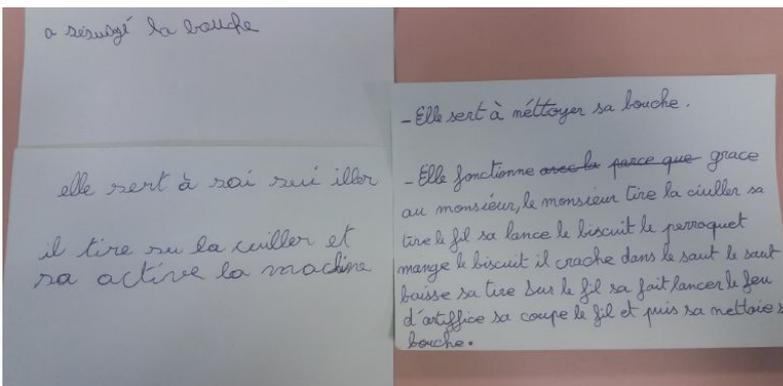
Expliquer, Argumenter

Matériel:

- Feuille représentant la machine
- cahier d'expérience
- feuille A3 (mise en commun de groupe)

L'enseignant présente la machine de Rube Goldberg et demande aux élèves d'expliquer, en individuel, ce qui permet de faire démarrer cette machine.

Consigne : Décris le fonctionnement de cette machine en partant de la première étape (le A).

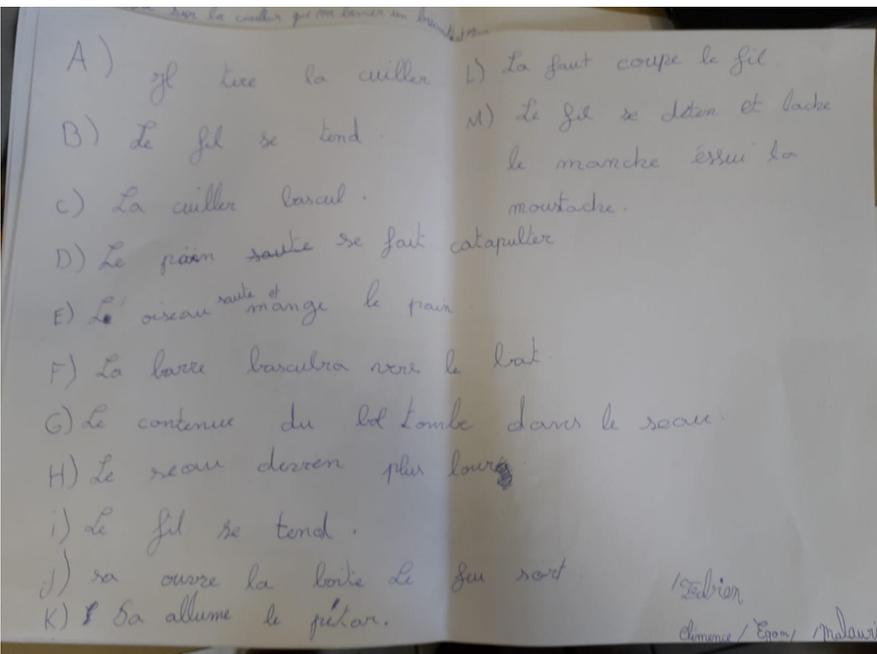


Illustrations de recueils de conception individuels initiaux et après échanges en CM1/CM2
Laetitia CACACE, Palau del Vidre

Puis, l'enseignant distribue une feuille sur laquelle les élèves vont décrire le fonctionnement de cette machine.

Mise en commun: par groupe, les élèves s'accordent sur les différentes étapes permettant à la machine de fonctionner.

Différenciation: L'enseignant partage l'illustration en 4 parties de façon à ce que chaque groupe n'analyse qu'une partie de la machine.



Séance 2 : Réinvestissement individuel **Évaluer**

évaluation diagnostique

→ Cette séance permettra de cibler les élèves en difficulté et de les orienter sur un travail différencié au coin sciences. ➔ voir annexe : activités de différenciation (activités d'association d'images, cartes dominos, boîte à verbes, ...).

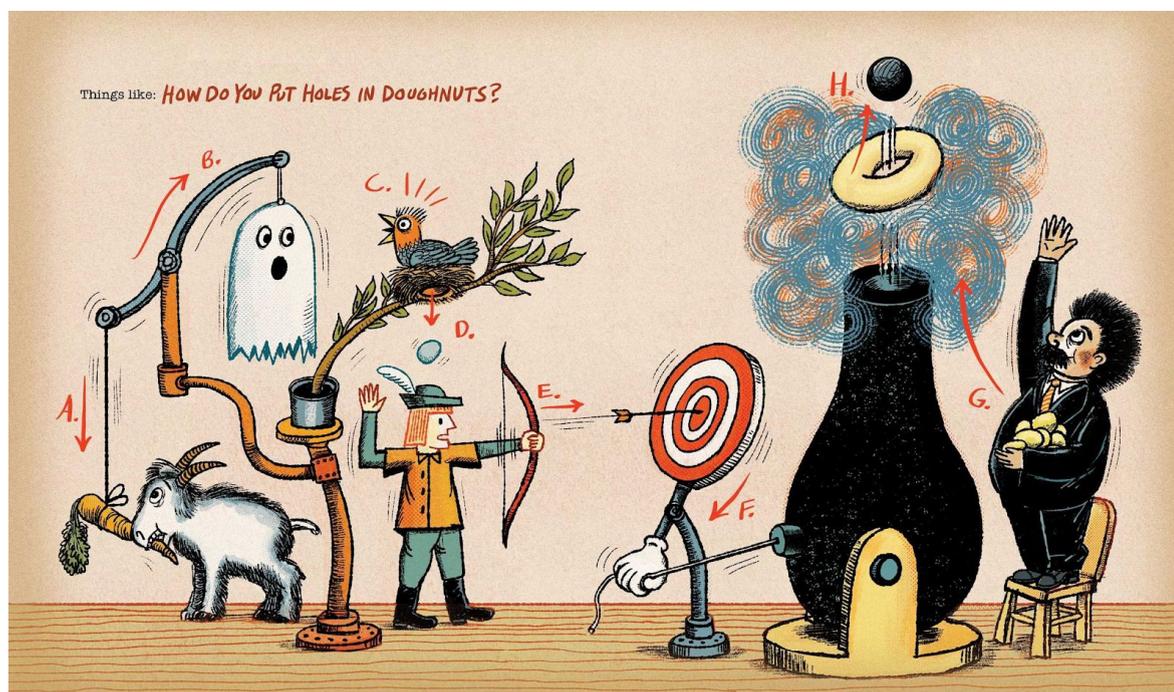
→ Il s'agit également de proposer une autre machine pour enrichir les expériences des élèves, mais aussi réinvestir et évaluer.

Consigne : Décrire le fonctionnement de cette machine de Goldberg.

Cette activité peut être différenciée en proposant uniquement quelques étapes de la machine. ➔ voir annexe.

Dispositif : Sur feuille A4, insérer l'illustration de la machine (ou des machines).

On pourra proposer ce type de machine: comment faire le trou dans un donuts?



Extrait du livre Just Like Rube Goldberg: The Incredible True Story of the Man Behind the Machines

Séance 2 bis : Structuration (si nécessaire) Expliquer, Argumenter

Objectif principal de la séance :

Passer d'une description linéaire (succession d'évènements qui paraissent indépendants) à une description de cause à effet.

- **Etape 1: Utilisation des verbes d'action**

Objectif: Réaliser une collection de verbes d'action.

Lister les verbes d'action, en binôme. Commencer ainsi un corpus qui sera enrichi tout au long de la séquence.

Verbes d'actions attendus : rouler, pousser, basculer, sonner, tourner, taper, bousculer, frapper, tourner, descendre, chuter...

Verbes d'actions attendus suite à la description de l'illustration: lever, se tendre, catapulte, attraper, s'envoler, basculer, renverser, faire tomber, descendre, allumer, partir, décoller, couper, sectionner, se balancer, nettoyer, essuyer ...

- **Etape 2: Utilisation des connecteurs**

Observations: Les élèves ont beaucoup de difficultés à produire une description en utilisant les connecteurs logiques et temporels (donc, puis, ensuite, après que). Ils se contentent généralement de l'emploi et de la répétition d'un seul et même mot (par exemple : "et après" ou bien "et puis")
L'enseignant décrit la machine en utilisant des connecteurs variés. Il demande aux élèves de relever sur ardoise les mots qu'il a utilisés entre chaque étape.

Afin de s'approprier ces connecteurs, à leur tour, les élèves décrivent à nouveau la machine de la séance 1.

Mots indiquant une conséquence, un effet utilisés lors de la description d'une machine
<u>Connecteurs logiques :</u> ...donc ...alors ...c'est pourquoi ...pour cette raison ...ainsi ...par conséquent

Les différents échanges collectifs permettront également de faire émerger un lexique de plus en plus précis
noms communs: cuillère- fil - louche - biscuit - oiseau - perroquet - seau - briquet - mèche - fusée - serpe - balancier de l'horloge - serviette

Contextualiser	Décontextualiser	Recontextualiser
Rencontrer des mots en contexte pour construire le sens	Sortir les mots du contexte pour les utiliser et les mémoriser mais aussi pour les mettre en réseau	Utiliser les mots dans un contexte différent
Au fil des activités (rencontre en lecture, projet de classe...) les élèves rencontrent les mots et sont amenés à les comprendre et les retenir : - comprendre leur sens	Manipuler les mots en les catégorisant (les verbes qui traitent du mouvement circulaire... ceux qui traitent des glissements...)	Écrire une courte phrase en incluant des contraintes (mots imposés, mots à aller piocher dans ses outils, dans les collections de la classe...) Transformation de phrases, de

- faire des liens avec ce qu'ils savent déjà (un mot qui a un sens proche, un mot de la même famille, un mot qui dit le contraire...)	Construire des corolles de familles de mots en utilisant la dérivation (rouler, roulement, roulade, dérouler...), des sacs à mots	textes Utiliser les mots dans un oral préparé Utiliser les mots dans un texte
---	---	---

- les lister (collectionner, copier...) pour pouvoir les conserver et les réutiliser	(cf. Micheline CELLIER) , des cartes mentales de familles de mots, de mots qui disent comme..., Collectionner les mots et expressions qui servent à rendre apparents les liens de causalité au sein d'une fleur des mots : parce que, car, donc, c'est ainsi, c'est pourquoi... Rechercher des expressions qui utilisent les verbes	permettant de préparer soi-même une machine de Rube GOLDBERG
--	--	--

Autres pistes et activités possibles pour enrichir et structurer le vocabulaire :

- collectionner les mots liés aux mouvements (exemple de catégorisation : aller à la pêche aux mots qui décrivent un mouvement dans des poèmes, des lectures....: glisser, dérapier, trainer, couler, riper... Tourner, virevolter, pirouetter, tournicoter, tourner, tourniquer, tourbillonner, tourner, tomber, basculer, descendre, chuter, choir, dévaler, s'étaler, s'abattre, s'affaisser...
- construire des familles de mots par dérivation (rouler, roulade, dérouler, enrouler, roulement...)
- construire des familles de mots par sens proche (heurter, taper, bousculer, frapper...)

Séance 3

Observer Expliquer, Argumenter

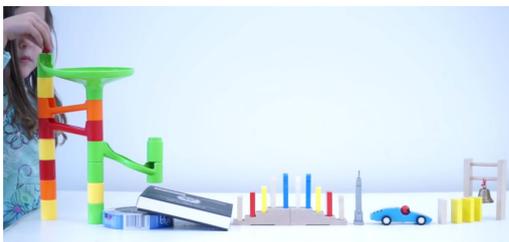
- **Etape 1 :**

1. Proposer aux élèves de visualiser les vidéos suivantes :

<https://www.youtube.com/watch?v=LNQIhg9DFj4>



2. https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=ICv5owYrW4w

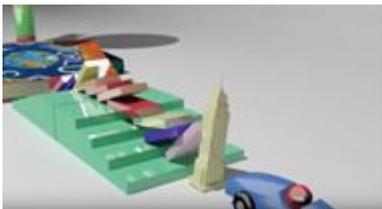
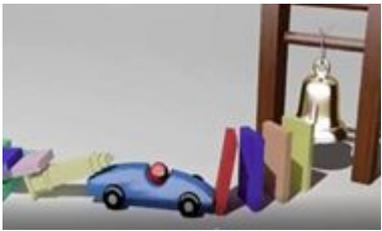


- **Consigne : décris ce qu'il se passe dans l'image.**

Support élève : ➡ voir annexe : Niveau 1 ou Niveau 2 :

En différenciation, il est possible de découper la vidéo en étapes et de répartir les élèves en autant de groupes que d'étapes. Chaque groupe a à sa charge la rédaction de la partie qui lui a été confiée. On pourra utiliser pour cela des captures d'écrans (cf. page suivante). Puis la classe harmonise la production en un texte cohérent. On pourra ici réinvestir les connecteurs "donc", "ainsi", "c'est pourquoi"....

	Groupe 1	Explique cette étape.
	Groupe 2	Explique cette étape.

	Groupe 3	Explique cette étape.
	Groupe 4	Explique cette étape.
	Groupe 5	Explique cette étape.
	Groupe 6	Explique cette étape.
	Groupe 7	Explique cette étape.

• **Etape 2 : Mise en commun :** **Expliquer, Argumenter**

Une fois que tous les groupes ont fini leur travail, chacun vient présenter sa réponse. Le maître demande une reformulation utilisant les termes "effet" ou "donc".

Exemple de retour de travail de groupe et analyse de l'enseignant:

Groupe 1: "La bille roule parce que le livre est penché avec la boîte à fromage, donc ça fait pencher le livre et ça fait rouler la bille".

Groupe 2: "ça fait tomber les autres dominos, la cause c'est la perle qui tape le premier domino".

→ Ces deux groupes d'élèves ont repéré une cause et son effet, l'enseignant peut leur proposer l'évaluation niveau 3.

Groupe 3: "La bille fait tomber les dominos donc le dernier domino fait tomber la Tour Eiffel et la voiture avance".

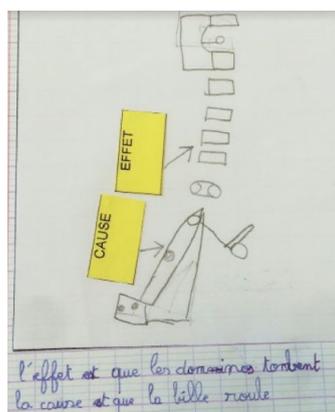
Groupe 4: "L'effet de la bascule est donc le dernier domino blanc derrière les neuf dominos".

Groupe 5: "La tour tombe sur la voiture donc ça la pousse et la voiture avance".

Pour vérifier que les élèves ont bien compris, l'enseignant leur demande de dessiner – individuellement – une étape de la machine étudiée, sur une feuille de papier. Les éléments peuvent être simplifiés (ce n'est pas un dessin d'art), voire être remplacés par des mots.

Sur le dessin, il est possible de faire figurer des verbes énoncés dans les étapes précédentes (à côté de l'étape leur correspondant). Il est aussi possible, pour une étape donnée, de l'analyser en écrivant ou en utilisant des étiquettes « cause » et « effet ». Avec les plus petits, ces étiquettes peuvent suffire. Avec les plus grands, deux phrases peuvent permettre de compléter ceci, afin de bien exprimer la cause et son effet.

Production possible:



<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/62524/les-machines-de-rube-goldberg>

Réinvestissement en groupe classe ou en COIN sciences:

Vidéo support:

<https://www.youtube.com/watch?v=TdTYXc9EYHo>

Différenciation :

- **niveau 1** : la cause et l'effet sont visibles sur l'image (des captures d'écran peuvent être réalisées, elles vont permettre de se centrer sur certaines étapes de la machine).
- **niveau 2** : la cause et l'effet ne sont pas apparents sur l'image (une capture d'écran peut être réalisée, les élèves vont devoir choisir une action et déterminer l'effet et sa cause. Dans le cas ci-dessous, plusieurs actions peuvent être identifiées).
 - La bille guidée par le plan incliné tombe dans l'entonnoir
 - la bille, sortant de l'entonnoir fait tomber le premier domino.
 - Le domino, en tombant fait avancer la voiture.
 - La voiture en avançant fait tomber le domino.
- **niveau 3** : il n'y a pas d'image, les élèves vont regarder la vidéo complète, ils pourront ensuite se focaliser puis schématiser une étape de la machine proposée. Ils devront enfin donner une cause et son effet.

Phase 2: Inventer (notion de cause)

Défi : Inventer et réaliser une machine sur le modèle de celles de Rube Goldberg

L'enseignant annonce que les élèves vont devoir imaginer puis concevoir leur machine de Rube Goldberg d'abord individuellement puis en groupes et dans un esprit d'équipe. L'effet final, c'est-à-dire le but ultime de la machine, sera commun pour toutes les machines, par exemple faire tomber un personnage, ou faire tinter une clochette, ou encore faire tomber une gomme dans une trousse. Le nombre d'étapes devra être au minimum de deux (pour les plus jeunes) ou de trois (pour les plus grands).

Objectif général :	Mise en oeuvre d'une démarche technologique : imaginer, planifier, concevoir, évaluer une machine.
Déroulé et modalités:	Les élèves conçoivent une machine de Rube Goldberg composée de plusieurs étapes.
Matériel:	Matériel de récupération divers, dominos, kaplas, balles, billes... à prévoir par les élèves, et par l'enseignant.
Message à emporter	Une cause est un événement qui en provoque un autre (son effet). Un effet est un événement provoqué par un autre événement (sa cause).

Séance 1 / individuellement imaginer une machine et la commenter

Remarque : Cette étape individuelle permettra de mettre en place le travail de groupe. Ainsi, les élèves auront plus d'idées et pourront produire une machine "plus riche".

Objectif : - Planifier la réalisation d'une machine de Rube Goldberg.

- Individuellement, produire de premières relations de cause à effet, dans le cadre de la fabrication d'une machine de Rube Goldberg. Les expliquer oralement à toute la classe lors d'une mise en commun.

Déroulement : Individuellement les élèves utilisent la fiche proposée pour schématiser leur machine (➡ voir annexe : J'imagine ma machine sur le modèle de celles de Rube Goldberg). Il faut rappeler quelle sera la finalité de cette machine (par exemple la chute d'une gomme dans une trousse). Donner une même finalité à toute la classe favorise la mise en commun et développe la motivation de chacun.

Lors de la mise en commun quelques productions sont choisies, les élèves viennent exposer leurs idées, on peut demander aux élèves concernés de préciser une cause et un effet.

Séance 2: En groupe, imaginer une machine et l'expliquer

Les élèves sont maintenant répartis par groupes.

Point de différenciation: Le matériel peut être mis à disposition, pour chaque groupe ou dans un coin de la classe de façon collective (**avantage**, cela aide les élèves en difficulté, **inconvenient**, cela peut limiter la créativité. En conséquence, à déterminer selon sa classe !).

La consigne est rappelée : « Construire une machine dont le but final est [par exemple de faire tomber la gomme dans la trousse], en impliquant au minimum trois étapes (à déterminer selon le cycle/ ou le niveau de classe) qui doivent s'enchaîner. »

Déroulement : Sur une fiche A3 (s'inspirer de la fiche individuelle proposée en séance précédente), en groupe, les élèves proposent une "machine" et listent le matériel nécessaire à sa réalisation.

Mise en commun : présentation par groupe des machines imaginées. Le groupe classe, par anticipation, validera ou invalidera les différentes étapes en argumentant. Lors de la présentation, les échanges entre élèves porteront sur les relations de cause à effet.

Séance 3: En groupe, construire la machine.

- Les élèves construisent leur machine à l'aide du matériel noté dans leur cahier des charges.
- Les aider à résoudre des problèmes matériels ou techniques en passant parmi eux.

Pour les aider à l'analyse des éléments posant problème, on peut leur proposer de s'appuyer sur le tableau d'analyse suivant :

Etape posant problème : schéma ou explication	Mon hypothèse sur ce qui peut poser problème :	Ce que je fais sur ma machine pour "arranger" le problème que j'ai identifié :
	Je crois que c'est ...	

Variante possible : des éléments pouvant poser problème sont déjà listés et il faut les cocher puis choisir seulement comment modifier sa machine selon ce paramètre.

Etape posant problème : schéma ou explication	Mon hypothèse :	Ce que je fais sur ma machine pour "arranger" le problème que j'ai identifié :
	Je crois que le problème c'est ... <ul style="list-style-type: none">- que la machine bouge- la trajectoire (un objet ne suit pas le chemin qu'il faut)- la distance entre 2 objets- la masse d'un des objets (préciser lequel)- l'énergie d'un objet est insuffisante- qu'on n'arrive pas à remettre à chaque essai les éléments de la machine au bon endroit (parfois oui, parfois non) ...	

Notes pour l'enseignant :

Les groupes auront besoin d'un espace de stockage pour leur machine, dans l'idéal stockée montée, mais sinon, on peut juste prévoir une boîte (avec une photo-mémoire du montage réalisé pour les plus distraits). Pour éviter cette perte de temps, on peut aussi réaliser une après-midi entière sur le projet ! Il est aussi possible de faire réaliser un parcours dans des boîtes (de papier de photocopies) :



à partir du site http://www.clasesdesciences.com/rube_goldberg.html

Certains groupes auront encore besoin de revenir sur leur machine, en différé éventuellement, pour parvenir à finaliser leur projet avant la séance suivante !

c) Validation argumentée du fonctionnement des machines construites

L'objectif est d'analyser les machines de la classe (émettre des hypothèses et argumenter sur les réussites et les échecs des machines réalisées par chaque groupe).

Explication des étapes (notion de cause à effet)

A partir des machines construites à la séance précédente (ou de leur vidéo), le groupe explique les étapes de sa machine à la classe. Les autres argumentent sur le fonctionnement ou pas d'une ou plusieurs étapes de la machine.

L'enseignant note sur une affiche les différents paramètres qui ont posés problème (distance, trajectoire, masse ...). En aval, il pourra faire travailler ses élèves dans le coin sciences (voir annexe Coin sciences afin de nourrir la machine de Goldberg)

Séance 4: le vécu au coin science

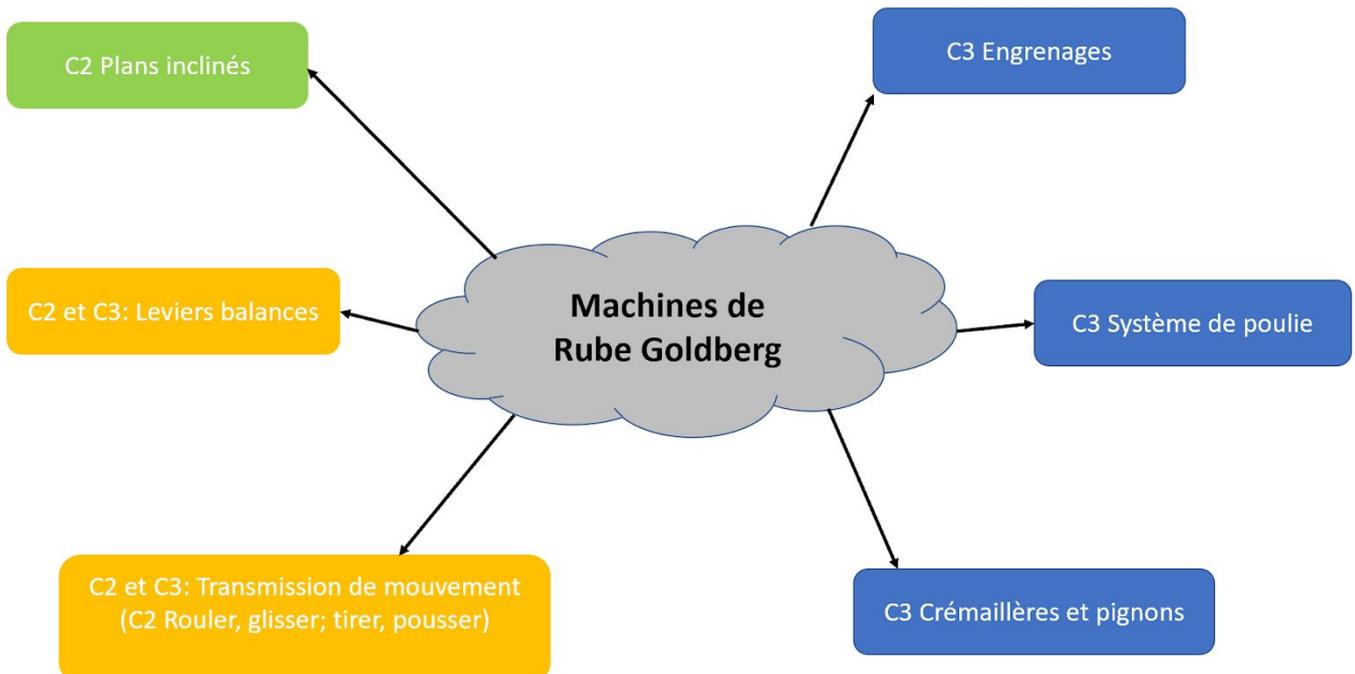
Voir annexe " Coin sciences afin de nourrir la machine de Goldberg"

→ **Pour approfondir ou différencier en coin sciences, le projet Mouvement:**

<http://www.pedago66.fr/lamap66/web/projets-federatifs-departementaux/mouvement/mouvement.pdf>

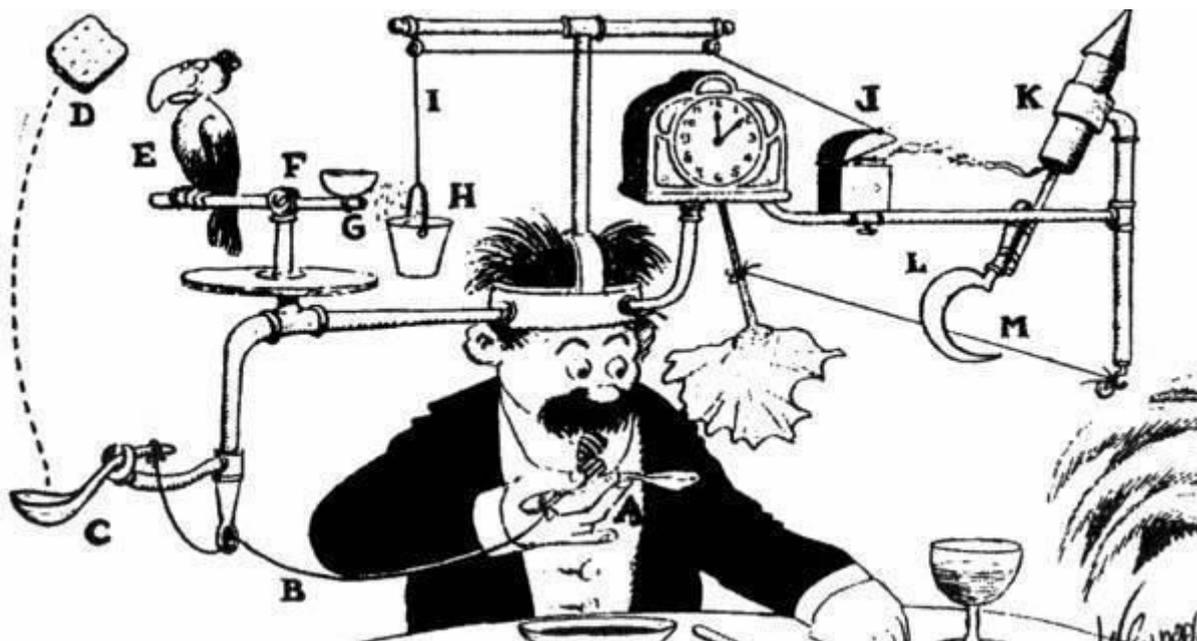
Séance 5 : Structuration après le vécu au coin science

Une mise en commun sera proposée pour structurer les découvertes pour chaque paramètre (notion de distance, masse).



Pour en savoir plus... informations pour l'enseignant : qui était Rube GOLDBERG ?

Rube GOLDBERG (mort en 1970), était un dessinateur américain spécialisé dans le dessin de presse et la bande dessinée. Il a également été inventeur, sculpteur, et était ingénieur de formation. Dans ses dessins, il a inventé des « machines » permettant de produire un effet généralement simple (par exemple s'essuyer la bouche avec une serviette) moyennant un grand nombre d'étapes, enchaînant des relations de cause à effet. Ci-dessous, la « serviette de table auto-opérante ».



<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/62524/les-machines-de-rube-goldberg>