

Enseigner avec la méthode TEMI

---

*Comment l'utilisation  
des mystères peut  
contribuer à  
l'apprentissage  
des sciences*



TEMI

Enseigner avec la méthode TEMI

---

*Comment l'utilisation  
des mystères peut  
contribuer à  
l'apprentissage  
des sciences*

**Editeur :** Association Traces, 23 rue des Balkans, 75020 Paris - France

**Coordinateurs :** The TEMI - Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated consortium, Peter McOwan, Cristina Olivotto

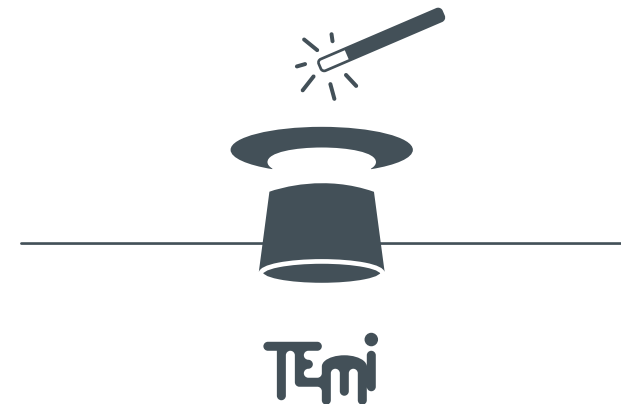
**Auteurs :** Marina Carpineti, Peter Childs, Johanna Dittmar, Ingo Eilks, David Fortus, Marco Giliberti, Avi Hofstein, Julie Jordan, Dvora Katchevich, Rachel Mamlok-Naaman, Ran Peleg, Tony Sherborne, Malka Yayon.

**Mise en page :** Zetalab

**ISBN :** 978-2-9551557-3-8 (Version brochée), 978-2-9551557-4-5 (Version numérique)

**Mentions légales :** Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Cette publication reflète uniquement les points de vue des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'elle contient.

Publié en juillet 2015.



## Bienvenue

Dans ce livret, vous découvrirez une façon stimulante d'enseigner les sciences dans votre classe. Le projet TEMI (Enseigner la démarche d'investigation en incorporant des mystères) est un projet financé par l'Union européenne, qui rassemble des experts de la formation professionnelle des enseignants de toute l'Europe pour vous aider à introduire en classe l'apprentissage par la démarche d'investigation avec succès et améliorer la motivation et les compétences des élèves.



## En quoi l'enseignement avec TEMI se distingue-t-il ?

**La méthodologie TEMI** incorpore quatre innovations clefs : en premier lieu, l'utilisation des mystères pour développer l'imagination et la motivation des élèves ; en deuxième lieu, le cycle des 5E pour aider les élèves à explorer et à évaluer leur apprentissage ; en troisième lieu des compétences de mise en forme pour permettre aux enseignants de se sentir à l'aise lorsqu'ils présentent des mystères en classe et en dernier lieu une méthode par laquelle la responsabilité de l'apprentissage est transférée peu à peu de l'enseignant à l'élève, faisant basculer l'orientation du canal d'apprentissage traditionnel.



## Utiliser ce guide

Ce livret comporte **quatre courts chapitres** qui introduisent, expliquent et proposent des exemples des quatre innovations pédagogiques de TEMI. Vous y trouverez également des suggestions pratiques, « **LES PLUS TEMI** », que vous pouvez utiliser en classe.



## Aide en ligne sur [teachingmysteries.eu/fr](http://teachingmysteries.eu/fr)

Un grand nombre de ressources sont également disponibles sur le **site Internet de TEMI**, notamment plus d'idées de mystères pour la classe et des liens vers des applications smartphones pour une utilisation en prolongement de l'apprentissage en classe ou pendant vos cours.

Nous espérons que vous trouverez ce livret utile et que l'enseignement avec la méthode TEMI sera un succès pour vous tout comme pour les autres enseignants qui ont participé aux ateliers de formation continue TEMI.



## L'équipe de TEMI

Université de Brême

*Allemagne*

Université Charles de Prague

*République Tchèque*

CNOTINFOR

*Portugal*

Université du Buskerud et Vestfold

*Norvège*

Université de Leiden

*Pays-Bas*

Université de Sheffield Hallam

*Royaume-Uni*

Sterrenlab

*Pays-Bas*

Université Queen Mary de Londres

*Royaume-Uni*

TRACES

*France*

Université de Milan

*Italie*

Université de Limerick

*Irlande*

Université de Vienne

*Autriche*

Institut des sciences Weizmann

*Israël*

# 1

## Mystères

### Qu'est-ce qu'un mystère ?

TEMI (Enseigner la démarche d'investigation en incorporant des mystères) vise à préparer les élèves à l'apprentissage de la démarche d'investigation en leur présentant des phénomènes fascinants et stimulants. L'équipe TEMI souhaite utiliser des observations étonnantes et inhabituelles que nous appelons des « mystères ». Au sein du projet, nous les définissons de la sorte :



*Un phénomène ou un événement qui provoque l'émerveillement et tient en haleine l'apprenant, initiant un « désir d'apprendre » alimenté par l'émotion – sentiment qui augmente la curiosité et fait naître des questions qui pourront trouver leurs réponses au cours d'activités d'investigation et de résolution de problèmes.*



### Quand peut-on dire qu'un mystère est adapté ou non à l'enseignement

Qu'un phénomène suscite une « envie de comprendre » ou non dépend de l'élève qui l'observe. Pour provoquer un sentiment d'anticipation et d'interrogation, le mystère devra piquer la curiosité de l'élève.

Cependant, ce qui pique sa curiosité dépend de ce qui l'intéresse, de ses expériences et connaissances préalables. Puisque ces trois paramètres diffèrent considérablement d'un élève à l'autre, un phénomène qui sera un mystère pour l'un ne stimulera pas nécessairement un autre – par exemple si l'observation concerne un phénomène ou concept scientifique déjà connu et compris.

Les perceptions variables peuvent également être liées à l'âge, aux conditions de vie ou aux contextes culturels dans lesquels vivent les élèves.

Certes, la perception d'un mystère varie d'un individu à l'autre, mais le projet TEMI offre des suggestions qui peuvent guider les enseignants dans le choix et le développement d'un phénomène pour en faire un mystère permettant de promouvoir l'apprentissage de la démarche d'investigation.



## Qu'est-ce qu'un mystère adapté à la classe ?

Un mystère peut promouvoir l'apprentissage par la démarche d'investigation si :

- ① il donne lieu à un engagement affectif de la part des élèves ;
- ② il fait naître la curiosité et le questionnement des élèves ;
- ③ il est suffisamment simple pour constituer une expérience contre-intuitive, par exemple causer de la surprise ;
- ④ il génère un conflit cognitif ;
- ⑤ il peut donner lieu à une investigation et une explication scientifique, il correspond aux compétences des élèves impliqués ;
- ⑥ il « problématise » ou apporte des connaissances scientifiques ;
- ⑦ il requière pour sa résolution l'utilisation par les étudiants de compétences liées à l'investigation ;
- ⑧ il couvre une partie suffisante du programme pour justifier le temps passé à le traiter ;
- ⑨ le temps entre le mystère et sa résolution est limité (1 - 2 cours).

## Qu'est-ce qu'un mystère inadapté à la classe ?

Un mystère est inadapté pour l'investigation en classe si :

- ① il motive uniquement l'enseignant, mais pas les élèves ;
- ② il ne surprend pas ou génère peu de curiosité et l'enseignant doit faire tout le travail ;
- ③ il peut être résolu par des concepts scientifiques qui sont trop difficiles à saisir pour les élèves ;
- ④ les sujets qu'il permet d'aborder ne sont pas centraux par rapport au contenu du programme ;
- ⑤ il est trop complexe, et les élèves considèrent simplement que « c'est de la magie ».

## Différents types de Mystères

Des mystères peuvent émerger de domaines multiples et présenter des caractéristiques totalement différentes.



### Les Mystères authentiques

Ce type de mystères relève des **phénomènes que l'on rencontre simplement en regardant autour de soi dans nos environnements naturels ou technologiques**. Les geysers, certaines formes de plantes, de cristaux ou les aurores boréales sont des exemples de mystères authentiques qu'on peut observer dans la nature. Même le changement de couleur de n'importe quel objet regardé sous une lumière à une certaine fréquence peut constituer un mystère, qui peut être stimulant pour les élèves en train d'étudier la lumière, les ondes ou l'optique.



### Les Mystères artificiels

Certains des mystères authentiques peuvent être modélisés à travers l'utilisation de dispositifs expérimentaux en classe. Tout comme les autres phénomènes recréés pour être présentés, ils peuvent être qualifiés de mystères artificiels.

**Les démonstrations expérimentales ou les tours basés sur des illusions d'optique font partie des mystères artificiels.**

Les « jardins chimiques » en sont un exemple. Il s'agit d'une expérience très belle dans laquelle des sels métalliques sont versés dans une solution à base de silicate de sodium et d'eau : on peut alors observer des formes qui semblent pousser telles de mystérieuses plantes.

Ce phénomène génère un certain nombre de questions de la part des élèves observant ou réalisant l'expérience.



## Les Mystères fictifs

Les Mystères fictifs et les mythes forment une dernière catégorie. **Ils proviennent d'histoires, de la télévision ou de films.** Ainsi, dans de nombreux films et séries télévisées, des situations fascinantes sont présentées. Dans la plupart des cas, elles s'appuient sur des trucages ou des effets spéciaux artificiels. Pour cette raison, la démarche d'investigation scientifique ne permettra peut-être pas de les résoudre. Cependant, elle peut permettre de révéler qu'il s'agit en effet d'un trucage et d'aider à dévoiler la vérité. De nombreux mythes issus de différentes cultures, comme une lune rouge qui signalerait l'imminence d'une catastrophe planétaire par exemple, peuvent être explorés.



## Enseigner les mystères en classe

- ① Pensez à la transition entre le mystère et le processus d'investigation. Réfléchissez à la façon dont vous pouvez amener les élèves vers le processus d'investigation à l'avance.
- ② Préparez bien à l'avance et apprenez en présentant. Plus vous essayez de présenter un mystère de façon fascinante, plus les élèves seront motivés par ce mystère.

## La présentation crée le mystère

Une observation inhabituelle n'est pas nécessairement un mystère en soi. Bien sûr, de nombreuses observations qu'on peut faire dans la nature sont perçues comme mystérieuses par ceux qui n'en connaissent pas les causes scientifiques sous-jacentes, par exemple les aurores boréales. Pourtant, parfois, un mystère est davantage lié à la façon dont un phénomène est présenté qu'au phénomène lui-même.

Par exemple, en chimie des acides et bases, les élèves apprennent très tôt que les indicateurs changent de couleur en fonction de la valeur du pH. Dans les cours traditionnels, les acides et bases sont introduits et testés à partir des indicateurs. Sachant cela, le fait que l'indicateur change de couleur ne sera pas perçu par les élèves comme un mystère. Un scénario différent ou ultérieur pourrait être d'introduire le concept de chimie des acides et bases avec l'aide d'un mystère appelé « les perles caméléons ».



**Les perles caméléons.** Avec une expérience simple, vous pouvez produire des billes d'alginate de sodium comme on peut en trouver dans le « thé aux perles » (bubble tea). Mieux, vous pouvez créer des perles remplies d'une solution contenant un indicateur coloré. Si vous ajoutez un acide ou une base à l'eau dans laquelle elles sont plongées pour altérer la valeur du pH, les couleurs à l'intérieur des perles changeront également. Ceci est dû au fait que les membranes d'alginate sont perméables aux ions d'hydroxyde et d'hydronium, mais pas aux molécules, plus larges, de l'indicateur. Il s'agit d'un phénomène très intéressant qui piquera peut-être la curiosité de vos élèves et les motivera à en apprendre davantage sur les acides, bases et indicateurs.

Cet exemple montre que même des phénomènes traditionnels et des concepts au programme peuvent être transformés en mystères pour peu qu'ils soient présentés différemment.

Plus d'informations sur la manière de mettre en scène un phénomène de façon mystérieuse figurent dans un des chapitres suivants de ce livret.

## Sources d'idées de mystères

Pour trouver et créer des mystères pour la classe, vous pouvez consulter les ressources disponibles ici :

[www.teachingmysteries.eu](http://www.teachingmysteries.eu)

## Internet comme source d'inspiration

Les sources d'inspiration les plus riches pour créer vos cours TEMI sont les descriptions ou idées d'expériences et phénomènes qu'on peut trouver sur Internet. Sur [YouTube](https://www.youtube.com/), on trouve une foule de vidéos qui peuvent inspirer les enseignants pour présenter du contenu scientifique et des mystères sous différentes formes créatives.

Par exemple, si vous lancez une recherche sur You Tube à partir des mots-clefs « magie », « acide » et « base », vous trouverez de nombreuses vidéos. L'un des premiers résultats est une vidéo dans laquelle un étudiant du MIT à Boston, États-Unis, fait la démonstration d'un tour sur les changements de couleurs basé sur les indicateurs d'acido-basicité puis explique la théorie qui se cache derrière le tour. La meilleure façon de trouver des approches du type mystère de certains sujets est de combiner le terme contenu dans le programme scolaire avec des mots tels que « magie », « show », « mystérieux », « mystère » ou « curiosité ». Si vous cherchez l'inspiration sans avoir de sujet spécifique en tête, vous pouvez chercher des termes comme « expériences étonnantes », « phénomènes scientifiques » ou « spectacle de magie ».

## Les livres comme source d'inspiration

Il existe des livres sur les tours de magie, les expériences spectaculaires ou de petites activités ludiques pour enfants dans presque toutes les langues. Nombreux sont ceux qui suggèrent des activités pour **susciter la curiosité des élèves** : ils sont donc une des **sources d'inspiration** possibles pour présenter le programme scolaire d'une façon différente. Pour trouver ces livres, vous pouvez chercher à partir de



termes similaires à ceux évoqués plus haut, mais sur des sites de librairies en ligne comme [Amazon ou Place des libraires](#).

### Jouets et boutiques de farces et attrapes

Les magasins de farces et attrapes et les boutiques de gadgets en ligne peuvent également servir de sources pour trouver des kits de magie et jouets étonnants. Ces boutiques vendent souvent de petits articles s'appuyant sur la science et la technologie comme le « sable magique », un type de sable hydrophobe qui ne s'humidifie jamais. Parmi les autres exemples, on peut trouver des applications de nanotechnologies, des jouets magnétiques ou des tours reposant sur l'eau et le feu.

Pour tous les exemples décrits plus haut, comme les “jardins chimiques”, les “perles caméléons” ou le “sable magique”, le site Internet TEMI procure aux enseignants des pistes et du matériel pédagogique.

## 2 La démarche d'investigation et le modèle des 5E

***Dans ce chapitre, nous introduisons le modèle des 5E, un cadre pour faciliter l'apprentissage par la démarche d'investigation en classe.***

L'apprentissage par la démarche d'investigation a été adopté dans le monde entier au XXI<sup>e</sup> siècle comme l'un des principaux modèles d'éducation scientifique à l'école. D'abord utilisé dans les écoles primaires,

il a été élargi au secondaire, où il est depuis adopté dans de nombreux pays. Plusieurs projets financés par l'Union européenne explorent l'utilisation de cette démarche dans l'enseignement des sciences et TEMI est l'un d'entre eux. L'une des quatre innovations sur lesquelles s'appuie TEMI est l'utilisation de la démarche d'investigation associée au modèle des 5E.

Les **National Science Education Standards** (NSES, 1996) aux États-Unis, proposent la définition suivante de l'investigation :



*L'investigation est une série de processus interconnectés par lesquels les scientifiques et les élèves posent des questions sur le monde naturel et investiguent sur des phénomènes ; ce faisant, les élèves acquièrent des connaissances et développent une compréhension riche des concepts, principes, modèles et théories. L'investigation est une composante clef d'un programme de sciences pour tous les niveaux et dans tous les domaines scientifiques, et les concepteurs de programmes doivent s'assurer que l'approche des contenus, aussi bien que les stratégies d'enseignement et d'évaluation reflètent l'acquisition d'une compréhension scientifique à travers l'investigation. Les élèves apprendront ainsi les sciences d'une façon qui reflète celle dont la science fonctionne réellement.*



Les standards soulignent **six aspects clefs dans l'apprentissage de la démarche d'investigation en sciences de l'éducation** :

- ① Les élèves doivent être capables de se rendre compte qu'en sciences il ne s'agit pas uniquement de mémoriser et de connaître des faits
- ② Les élèves doivent avoir l'opportunité de développer de nouvelles connaissances qui s'appuient sur leurs connaissances préalables et des idées scientifiques.
- ③ Les élèves développeront de nouvelles connaissances en restructurant leurs compréhensions préalables des concepts scientifiques et en y ajoutant les nouvelles informations obtenues
- ④ L'apprentissage est influencé par l'environnement social des élèves, de sorte qu'ils ont la possibilité d'apprendre les uns des autres
- ⑤ Les élèves prendront en main leur apprentissage

- ⑥ Le degré de profondeur d'apprentissage auquel les élèves sont en mesure d'arriver influencera leur capacité à transférer leurs nouvelles connaissances dans des contextes de la vie de tous les jours.

L'apprentissage par la démarche d'investigation repose sur un **modèle constructiviste** : les élèves apprennent à construire leur propre compréhension des phénomènes à partir de leurs expériences préalables en interagissant concrètement avec ces phénomènes et avec les autres élèves. Ils comprennent en réfléchissant sur leurs expériences, en communiquant leurs réflexions et en apprenant à faire des rapprochements entre leur propre expérience et le monde réel. L'attention n'est pas uniquement centrée sur le contenu scientifique mais tout autant sur les processus scientifiques.

Ceci implique un changement du rôle de l'enseignant. D'instructeur, il devient entraîneur, il accompagne les processus d'apprentissage constructivistes des élèves.

### Le modèle des 5E

Ce modèle est l'un des nombreux modèles pour la démarche d'investigation, mais il a été largement adopté et utilisé comme cadre pour le projet TEMI.

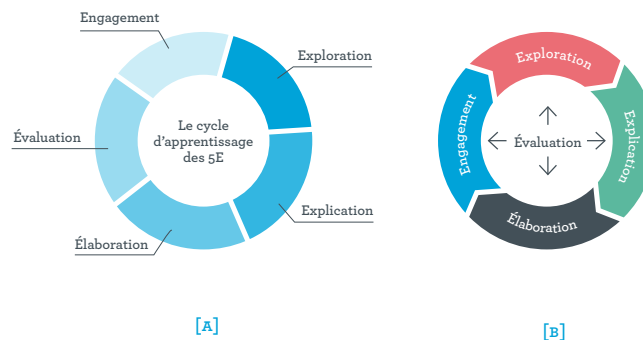


FIGURE 1  
Différentes représentations du modèle des 5E

**Le modèle des 5E est un cycle d'apprentissage comportant cinq éléments** : il peut être vu comme un cycle continu (Figure 1a) ou comme un cycle dont le centre, l'évaluation, alimente les quatre autres étapes en continu plutôt qu'uniquement à la fin (Figure 1b).

### Deux versions du modèle des 5E

Le modèle commence par la phase d'engagement dont les autres phases découlent, jusqu'à ce que le cycle reprenne sur un nouveau sujet. Le → [Tableau 1](#) liste les cinq phases et résume ce en quoi chacune d'entre elles consiste.

### Résumé du modèle des 5E

(Bybee et al., 2006)

Le modèle d'enseignement des sciences par la démarche d'investigation est très différent des modèles didactiques traditionnels et requiert une approche innovante de la formation continue pour les enseignants de science. Les enseignants ont parfois tendance à donner les réponses rapidement et à expliquer aux élèves ce qui se produit, sans leur donner l'opportunité de (se) poser des questions et d'arriver aux réponses par eux-mêmes ou d'explorer les problèmes au travers d'expériences. Par exemple, il arrive que les enseignants posent des questions et apportent eux-mêmes la réponse ou présentent un problème aux élèves et offrent la solution trop tôt. Les activités pertinentes pour la phase d'engagement tant pour les enseignants que pour les élèves figurent dans le → [Tableau 2](#) ci-dessous.



TABLEAU 1  
Les cinq phases du modèle des 5E



## Ce qui relève ou non de la phase d'engagement du modèle des 5E

Voici un tableau utile tant pour les enseignants que pour les élèves, tiré de « Enquiry, the learning cycle and the 5E model ». Il décrit ce qui relève ou non du modèle des 5E pour chacune des 5 étapes. Ci-contre, par exemple, la liste de ce qui est adapté ou non pour la phase d'engagement.



### Focus sur l'engagement Enseignant

#### Adapté

- ① Stimule la curiosité des élèves et génère l'intérêt
- ② Détermine la compréhension actuelle (les connaissances préalables) d'un concept ou d'une idée
- ③ Invite les élèves à exprimer ce qu'ils pensent
- ④ Invite les élèves à formuler leurs propres questions

#### Inadapté

- ① Introduit du vocabulaire
- ② Explique des concepts
- ③ Donne des définitions et des réponses
- ④ Conclue
- ⑤ Décourage les idées et questions des élèves



### Focus sur l'engagement Elève

#### Adapté

- ① S'intéresse et est curieux d'un sujet ou concept
- ② Exprime sa compréhension actuelle d'un concept ou d'une idée
- ③ Se pose des questions du type « Qu'est-ce que je sais déjà sur ce sujet ? » et « Qu'est-ce que je voudrais savoir ? »

#### Inadapté

- ① Demande quelle est la "bonne" réponse
- ② Propose la "bonne réponse"
- ③ Insiste pour avoir des réponses et des explications
- ④ Veut qu'on arrive à une conclusion

# 3

## Présenter les mystères

Comme nous l'avons vu, TEMI utilise des phénomènes inattendus et inhabituels ou "mystères" pour piquer la curiosité et pousser les élèves à relever le défi en menant une investigation. L'un des principaux facteurs qui influence le degré d'engagement des élèves est la façon dont l'enseignant met en place le mystère. Ceci peut être fait de diverses manières : en montrant une vidéo ou une démonstration, en demandant aux élèves de réaliser une expérience, en présentant

soi-même une expérience inattendue, en utilisant le jeu de rôle ou le récit d'une histoire. Vous pouvez développer vos compétences de mise en scène pour rendre le mystère plus excitant.

***Dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord quelques modèles créés pour incorporer des éléments de mise en scène dans les activités d'investigation scientifique, en accord avec la philosophie TEMI, puis poursuivrons en montrant comment les activités TEMI peuvent être présentées en classe.***

### Présenter les sciences : modèles pour introduire de la mise en scène dans les activités d'investigation

La mise en scène n'est pas uniquement faite pour le théâtre. Les enseignants l'utilisent également. **De nombreuses analogies peuvent être faites entre le rôle de l'enseignant et celui d'un acteur ou d'un metteur en scène.** Tous deux s'adressent à un public, doivent faire passer un message de façon convaincante et mémorable ainsi qu'apprendre à improviser si quelque chose ne se passe pas comme prévu. Et tous deux doivent être authentiques (le public se désintéressera si un acteur ne rentre pas entièrement dans son rôle – tout comme les élèves le feront si l'enseignant ne s'adresse pas à eux avec conviction).

Cela ne signifie pas que l'enseignant est un acteur, mais le monde du théâtre a créé de nombreux outils et techniques pour améliorer la mise en scène et la maîtrise de l'art de la performance, qui peuvent être utilisés pour permettre aux enseignants de présenter leurs cours de façon motivante et fascinante.



## L'enseignant narrateur

En tant qu'enseignants, nous racontons sans cesse des histoires. Si vous pensez ne serait-ce qu'à l'histoire de l'humanité, les histoires étaient les premières méthodes pour enseigner et véhiculer des informations. Les adultes se réunissaient autour du feu pour écouter les histoires de ce qui s'était passé dans la journée. On contait des fables aux enfants et des contes de fées qui leur apprenaient à avoir peur et à faire attention aux dangers du monde extérieur. En ce sens, notre façon de penser s'est développée autour d'histoires.

Penchons-nous sur un exemple de récit permettant de rendre notre mystère plus engageant. Dans le cadre de TEMI, nous avons introduit des histoires et récits dans plusieurs de nos activités. L'activité **Sea Sand Overseas** (« L'étrange sable de la plage »), commence par exemple par l'histoire de James.



*James est un de nos vieux amis. Il adore le sable. Depuis qu'il est tout petit, James est tout le temps dehors, à creuser le sol, modeler, pétrir le sable pour bâtir de magnifiques châteaux de sable. Aujourd'hui il est devenu un bâtisseur de châteaux de sable accompli et il a gagné de nombreuses compétitions nationales. Un jour, nous avons trouvé sur Internet une publicité pour une grande compétition internationale en Australie. Nous en avons donc parlé à James et avant même que nous ayons eu le temps de dire ouf, il était dans un avion pour l'Australie...*



Dans l'histoire, James reçoit dans le cadre de la compétition un type de sable très spécial qui ne se mélange pas à l'eau. Un peu de ce sable est donné aux élèves, et leur tâche consiste à trouver comment James peut construire son château avec ce sable. Cette activité peut-être développée dans le cadre d'un module complet d'investigation dans les règles de l'art en demandant aux élèves de développer des questions de type « recherche » et d'imaginer des expériences qui pourraient aider James à construire le plus beau château.

Les élèves participent ici à une activité d'investigation classique. L'approche TEMI consiste à encadrer l'investigation dans une histoire avec un contexte pertinent ou vécu. L'histoire agit comme un pont reliant les expériences de la vie quotidienne et les façons de penser du monde formel, de la recherche scientifique. L'histoire, ainsi que le mystérieux sable, accompagnent les élèves jusqu'à l'expérience. Dans les classes qui ont participé, les élèves sont souvent restés dans la salle pendant leur pause pour continuer à faire des tests. Ils ont imaginé des expériences, approfondi leur réflexion sur la solubilité et (c'est peut-être là le plus important) ont adoré l'activité.

## Comment bâtir une bonne histoire pour la classe

Si les histoires sont si efficaces, comment les écrire et les présenter en classe ?

Raconter des histoires est une forme d'art complexe aux multiples facettes.

Cependant, pour le contexte de la classe, quelques modèles simples de construction devraient suffire.

Le projet TEMI a consulté des experts de la narration qui ont fourni trois modèles simples et complémentaires, que vous reconnaîtrez peut-être dans les films et livres que vous connaissez.



### Méthode I

Cette méthode suggère que toute bonne histoire devrait contenir des niveaux suffisants de trois composantes : de l'action, de la couleur et de l'émotion. L'action est la force motrice de l'histoire, « que se passe-t-il ? ».

La couleur correspond aux détails qui entourent l'histoire et aident le public à se projeter dans la situation. L'émotion correspond aux sentiments des protagonistes et autres personnages, qui permettent au public d'entrer dans l'histoire par le biais de l'empathie.



### Méthode II

Cette méthode caractérise l'histoire du point de vue du public. Les personnes

qui écoutent l'histoire se poseront les questions suivantes, si bien que le narrateur devra y répondre : qui sont les personnages ? où et quand se passe l'histoire ? que se passe-t-il ? en quoi cela me concerne-t-il ? comment l'histoire finit-elle ? Les réponses aux questions 1 et 3 constituent les informations véhiculées par l'histoire. Les réponses aux questions 4 et 5 sont les parties les plus importantes de l'histoire car ce sont elles qui impliquent, enthousiasment et surprennent l'auditeur et l'incite à écouter jusqu'à la fin.



### Méthode III

Cette méthode définit cinq étapes essentielles dans une histoire pour délivrer des informations selon une structure narrative. À la fin de chaque étape, il y a des « points tournants », des moments-clefs, qui créent une transition vers l'étape suivante.

- ① L'exposition – elle correspond à l'état de routine (« il était une fois... ») *Point tournant* : une référence à un moment particulier « un jour... » ou « et puis, par une nuit... ».
- ② Quelque chose se produit/une nécessité se fait sentir/une opportunité se présente pour le héros, qui passe donc à l'action. Le héros ne sait pas encore qu'il est le héros – il n'est pour l'instant encore que le personnage principal. *Point tournant* : un changement se produit, une surprise (« et tout à coup... »).



- ③ La trame narrative s'épaissit et devient plus complexe. Le personnage principal devient alors le héros en découvrant en lui-même des caractéristiques et compétences insoupçonnées. À cette étape, l'histoire se développe, et plus de détails nous sont fournis sur les lieux, personnages, couleurs, etc.
- ④ Le héros atteint son but et retourne « à la maison » après être passé par des expériences physiques et spirituelles. Nous savons que dans la vie il n'y a pas toujours une solution à la fin, mais apporter un dénouement à l'histoire est important. *Il n'y a pas de point tournant.*
- ⑤ **Clôture.** L'intrigue retourne à son point de départ ou bien une nouvelle situation de routine est instaurée (« et ils vécurent heureux... »).

Nous avons discuté plus haut de la façon dont la dramaturgie peut soutenir une activité d'investigation en cours de science. Dans cette section, nous nous penchons sur la manière dont les enseignants peuvent mettre en œuvre les différentes stratégies et activités en classe. Les enseignants devront également être attentifs aux attentes des élèves, issues de leurs connaissances préalables.



Voici des conseils valables pour n'importe quel élément de dramaturgie introduit pour rendre la performance plus motivante.

- ① Le terme « mystère » devra être clair dans votre esprit : quelles sont les caractéristiques d'un mystère, comment vais-je le rendre vivant pour les élèves ?
- ② Est-ce que je comprends (1) l'investigation – le type de thèmes et d'activités qui contiennent et expliquent un mystère, (2) les histoires ouvertes qui motivent l'investigation pour permettre aux élèves de résoudre et de comprendre pleinement le mystère et (3) comment ces histoires peuvent être décomposées en documents de travail utilisables par les élèves ?
- ③ Demandez, observez, collectez, conservez et analysez les idées des élèves pour améliorer constamment la présentation, l'attractivité et le contenu du mystère.

Dans le programme TEMI, nous utilisons un certain nombre de méthodes pour aider les enseignants à gagner en confiance dans l'utilisation de compétences dramaturgiques :

Par exemple avec une activité comme « Panto-physique – Investiguer sur les lois physiques de Newton en utilisant le mime » (→ voir "Science - The biggest drama in the class" sur le canal Youtube TEMI). Cette activité n'est pas une activité TEMI classique, mais elle illustre une possible combinaison de la science, de l'enseignement et du théâtre (ici, le mime) dans le domaine de l'espace, la gravité et les forces. Créer et superviser de tels exercices peuvent vous donner l'occasion de développer vos compétences en dramaturgie.





Les activités TEMI “classiques”, telles que nous les définissons, sont celles dont le déclencheur de l’investigation est une histoire qui fait vivre une expérience émotionnelle aux élèves, leur permet d’identifier les protagonistes de l’histoire, les aide à résoudre le mystère en utilisant la démarche d’investigation et présente finalement la solution du mystère.



### **Activités de groupe pour développer des compétences en dramaturgie et en narration**

Nous avons utilisé des activités de groupe pour aider les enseignants à se sentir à l’aise dans l’utilisation des techniques théâtrales et de narration dans deux objectifs :

#### **Le théâtre au service de la dynamique de groupe (le théâtre « pur »)**

Nous avons consacré du temps à mettre en place puis alimenter une bonne dynamique de groupe et à créer une atmosphère propice pour deux raisons :

- participer à des activités empruntées au monde du théâtre contribue à générer un environnement ouvert et accueillant et permet aux enseignants de faire connaissance et de nouer des liens
- il est important que l’enseignant fasse l’expérience d’un cours dans lequel les participants se mettent d’accord sur un « contrat ». Ce contrat établit les règles qui forment un environnement sécurisant qui permet un apprentissage.

#### **Le théâtre au service d’un meilleur enseignement**

Dans les faits, les enseignants se produisent devant un public dans leur classe. S’ils apprennent à conter une histoire de manière efficace, leurs élèves seront davantage captivés et montreront une plus grande motivation à apprendre. L’objectif n’est pas d’apprendre aux enseignants à devenir des acteurs, mais plutôt d’utiliser la métaphore de « l’enseignant comme acteur » pour équiper les enseignants d’outils issus du monde du théâtre qui peuvent être profitables à leur enseignement.



Les activités suivantes ont été trouvées utiles dans le programme de formation TEMI :

### Les masques neutres

Ce sont des masques blancs qui ont une expression neutre (ni joyeuse, ni triste, ni de colère). Il est intéressant de noter que malgré ses caractéristiques neutres, même le moindre mouvement de tête qui se penche prêle au masque l'expression d'un sentiment. Lorsqu'il est porté, le masque cache le visage, si bien que la personne qui le porte peut uniquement exprimer des émotions en utilisant son corps. Tout en cachant le visage, le masque dévoile le corps. Le corps ne peut plus se cacher derrière l'expression faciale. Travailler avec le masque aide à prendre conscience de son corps et de la communication non verbale.

### Les arrêts sur image

Un groupe d'exercices simples pour vous aider et aider les autres à apprendre les règles des activités théâtrales est celui des « arrêts sur image ». Les participants reçoivent la consigne de travailler en groupe pour dépeindre quelque chose (un phénomène scientifique, quelque chose qui s'est produit à l'école) en trois « images » silencieuses. C'est-à-dire des sculptures en trois dimensions formées par leurs corps. Les groupes préparent une courte présentation dans laquelle



ils commencent dans une position neutre pour annoncer le titre de l'œuvre, puis ils montrent chaque image l'une après l'autre, en laissant le temps au public de les absorber. Cet exercice permet aux enseignants de se rendre compte de ce que peut vouloir dire jouer sans parler et comment être plus efficace dans leur utilisation de leur langage corporel.

En général, quand il présente un mystère, l'enseignant devrait être conscient de ses gestes, essayer d'être détendu, d'adopter un débit fluide, de maintenir le contact visuel, d'adapter le ton de sa voix au contexte, d'éviter les mouvements nerveux, etc.

Voici quelques points importants :



### Coordination

La coordination est une combinaison de la parole, du corps et de l'espace. Un enseignant qui a une bonne coordination peut délivrer des informations et des sentiments au public en parlant, bougeant, donnant le ton en fonction de l'espace et du contexte, regardant les élèves dans les yeux.



### Changements

Il est important d'introduire des changements au cours de la présentation en termes de position dans l'espace, position du corps, ton de la voix et rythme pour s'adapter aux différents contextes de l'information transmise.

## Apprivoiser et utiliser vos compétences théâtrales en classe

Utiliser certains des exercices de groupe ou individuels détaillés ici vous aidera à expérimenter et à prendre confiance dans l'utilisation de vos compétences en dramaturgie. Présenter des mystères à l'aide de bonnes compétences en dramaturgie pourrait permettre à vos élèves de se sentir concernés par les sciences et améliorer leur compréhension, leur intérêt et leur motivation.

## Quelques réflexions sur la dramaturgie et le théâtre scientifique

La capacité d'un bon acteur à diriger l'attention du public sur ce qu'il souhaite et à souligner les aspects les plus intéressants et surprenants est précieuse. Chaque jour nous avons devant les yeux des phénomènes intéressants, mais souvent, nous n'arrivons pas à les voir à cause de l'incroyable nombre de stimuli qui nous atteignent simultanément. Quand quelques aspects sont isolés et mis en lumière, nous sommes soudain capables d'apprécier le phénomène comme si on le remarquait pour la première fois ; on le regarde avec des yeux neufs et, généralement, on est très impressionnés.

Prenez par exemple le **phénomène des oscillations**. Il fait partie de la vie de tous les jours.

Une feuille sur un arbre se balance au vent, un petit morceau de bois flotte sur les vagues, une balançoire se meut poussée par les enfants... Tous ces objets ont des mouvements oscillatoires, mais nous y sommes si habitués que nous prêtons à peine attention à ce que nous voyons : nous ne sommes plus capables de les regarder avec émerveillement ou de trouver des similarités entre eux. Mais si nous pouvions, nous comprendrions que la plupart d'entre eux bougent avec un même type de mouvement : le mouvement harmonique. Pour apprécier les particularités et l'omniprésence du mouvement harmonique, nos yeux doivent être guidés, notre attention maintenue et notre esprit stimulé avec créativité.

Regardez la vidéo :  
["The Swing" sur la chaîne Youtube TEMI](#)

Nous voyons un enfant qui comprend qu'il doit bouger ses jambes avec une fréquence précise pour que la balançoire oscille. Jusqu'à la formule finale, la vidéo nous raconte une histoire qui n'a en apparence rien à voir avec la science. Nous participons à la tristesse de l'enfant et nous sommes intéressés par les développements de l'histoire. La vidéo vous implique émotionnellement, mais elle fonctionne aussi à un autre niveau. Si les élèves regardent une vidéo comme celle-ci, il sera certainement plus facile pour les enseignants d'introduire les oscillations harmoniques forcées puisque l'idée sera déjà gravée dans la mémoire des élèves, grâce au pouvoir des images.

Les bonnes vidéos sont importantes pour enseigner, cependant le théâtre scientifique peut être encore plus puissant que les vidéos. En effet, le théâtre contient encore bien plus d'ingrédients pour captiver l'attention des gens, les impliquer ou susciter des questions.

Les spectacles de théâtre se passent dans le noir, et les spectateurs les regardent en silence sans distractions. Les mêmes ingrédients – **lumières, obscurité, musique et silences** – peuvent servir à mettre en valeur la science qui est présentée, donnant ainsi aux élèves plus d'opportunités de saisir de nouveaux éléments et de penser aux thèmes scientifiques à travers différentes perspectives et à plusieurs niveaux. Qui plus est, quand les expériences sont présentées, l'utilisation du théâtre garantit qu'aucun effet spécial cinématographique n'a été utilisé : les gens voient de leurs propres yeux ce qui se passe sur scène.

Différentes **techniques théâtrales** peuvent être utilisées pour mettre en valeur une expérience scientifique, en fonction du contenu émotionnel que l'on souhaite y attacher. Par exemple, un concept comme la compression et l'expansion de gaz avec la température peut être démontré grâce à une expérience très spectaculaire (voir par exemple un extrait du spectacle *Alice in Energyland* sur la [chaîne Youtube TEMI](#)) ou bien à travers une petite activité (tirée du spectacle *Let's Throw Light on Matter* sur la [chaîne Youtube TEMI](#)).

***L'exemple précédent montre comment le théâtre peut être utilisé dans TEMI : comme un outil additionnel pour présenter les mystères, impliquer les élèves et semer des idées dans leur mémoire.***

Le théâtre trouve aussi sa place dans les tâches TEMI : on y demande aux enseignants ou aux élèves d'identifier un aspect fondamental d'un problème et de le mettre en valeur dans une vidéo de deux minutes. L'importance de cette approche réside dans le fait que, pour **faire la vidéo**, les participants

doivent écrire un script qui, outre le fait d'être correct scientifiquement et centré sur les points-clés d'un sujet donné, doit transmettre des émotions, telles que celles issues des réponses aux questions suivantes : « où puis-je rencontrer ce phénomène dans ma vie ? » ; « pourquoi ce phénomène est-il important pour moi ? » ; « comment est-ce connecté au reste ? » ; « est-ce que j'ai des anecdotes personnelles à partager ? ».

Non seulement les enseignants, mais aussi les élèves peuvent grandement améliorer leurs compétences dramaturgiques. Il s'agit également d'une approche pratique pour une transmission graduelle de la responsabilité de leur apprentissage aux élèves – qui sera le sujet de notre prochain chapitre.

# 4

## Transfert Graduel de Responsabilité (TGR)

Le modèle de l'apprenti

### Niveaux d'investigations et apprentissage

La méthode TEMI permet également à l'enseignant de **laisser peu à peu la responsabilité de l'apprentissage aux élèves**. À travers une série de niveaux d'investigation, l'élève devient de plus en plus à même de conduire sa propre investigation indépendante, et l'assistance de

l'enseignant évolue, passant moins par des instructions à suivre, elle devient plus souple et relève davantage de l'accompagnement. Ceci peut sembler plutôt inhabituel à certains enseignants, mais l'apprentissage basé sur la démarche d'investigation offre aux élèves non seulement une meilleure compréhension, mais aussi une plus solide approche scientifique dans l'étude de la science.

Il existe plusieurs niveaux d'investigation dans l'éducation scientifique – du niveau initial où l'enseignant dirige chaque aspect jusqu'au plus haut niveau où l'élève est aux commandes. L'objectif de l'apprentissage par la démarche d'investigation est d'aider les élèves à traverser ces niveaux, depuis une investigation fermée et dirigée jusqu'à une investigation ouverte et libre, pour laquelle ils ont besoin des compétences intellectuelles et pratiques indispensables pour devenir enquêteurs et chercheurs.

**Banchi et Bell (2008)** évoquent **quatre niveaux d'apprentissage par la démarche d'investigation en éducation scientifique** : l'investigation de confirmation, l'investigation structurée, l'investigation guidée et l'investigation ouverte.



Niveau	Nature de l'investigation	Question	Méthode	Réponse
③	Ouverte	Elève	Elève	Elève
②	Guidée	Enseignant	Elève	Elève
①	Structurée	Enseignant	Enseignant	Elève
①	Confirmation	Enseignant	Enseignant	Enseignant

TABLEAU 2

Poser des questions qui permettent une recherche à l'école est au départ un défi pour de nombreux élèves. Les enseignants ont besoin de réfléchir avec les étudiants sur ce que sont de « bonnes » questions. Il est recommandé aux enseignants de commencer par une investigation de *niveau 1* ou *2* et d'être attentif aux questions que posent ensuite les élèves sur ce sujet. Ces questions peuvent être collectées dans la classe (dans une boîte, sur un tableau ou un paper-board) et utilisées quand une investigation de *niveau 3* est proposée pour un cours. Martin-Hansen (2002) appelle cette approche l'investigation couplée.

#### TABLEAU 3

Les quatre niveaux d'investigation



## Renverser la mise en scène

Les élèves comme présentateurs  
(l'enseignant comme facilitateur)

Une autre approche pour amener des éléments de dramaturgie dans les activités d'investigation et transférer la responsabilité de l'apprentissage tout en donnant plus d'autonomie aux élèves dans leur apprentissage est de les laisser faire une présentation devant les autres. L'enseignant devient alors en quelque sorte un metteur en scène. On peut donner aux élèves une liberté limitée ou entière dans la conduite de l'activité, mais il est très important de fixer les règles avant de commencer l'activité. Il est également important de rappeler aux élèves que,



### 00 | L'investigation de confirmation

Pour une investigation de confirmation, on fournit aux élèves la question et la procédure (la méthode), ainsi que les résultats. L'investigation de confirmation est utile quand l'objectif de l'enseignant est de renforcer une idée préalablement introduite, initier les élèves à la conduite d'une investigation, ou faire pratiquer aux élèves une compétence en particulier, telle que collecter ou enregistrer des données.



### 01 | L'investigation structurée

Dans une investigation structurée, la question et la procédure détaillée sont fournies par l'enseignant, cependant ce sont les élèves qui génèrent une explication soutenue par les preuves qu'ils ont collectées. La tâche de trouver la réponse leur incombe. L'enseignant apporte le soutien et le matériel pour que les élèves puissent expérimenter le fait d'être en situation de réussite en travaillant à ce niveau.



### 02 | L'investigation guidée

Dans l'investigation guidée, l'enseignant ne fournit aux élèves que la question de recherche et les élèves imaginent la procédure (méthode) à explorer, testent leurs questions et partagent ce qu'ils ont trouvé. Ce type d'investigation est plus impliquant que l'investigation structurée, il fonctionne donc mieux quand les élèves ont eu de nombreuses opportunités pour apprendre, pratiquer et planifier des expériences, ainsi qu'enregistrer et interpréter des données. Bien que les enseignants soient moins dans une position d'instruction ici, ils fournissent au besoin un cadre pour le processus, préparant des listes de ressources ou des cartes d'aide afin que les élèves puissent arriver à ce niveau d'investigation.



### 03 | L'investigation ouverte

C'est au dernier niveau d'investigation, le plus élevé, que les élèves ont le plus d'opportunités de se comporter comme des scientifiques, qui travaillent souvent à déclinier leurs propres questions ou à répondre aux questions des autres, concevant et conduisant des investigations et communiquant leurs résultats. Ce niveau requiert des compétences de raisonnement scientifique avancées et peut souvent demander le plus important effort cognitif de la part des élèves.

bien qu'ils jouent la comédie dans le cadre de cette activité, celle-ci fait toujours partie du cours de sciences et a des objectifs éducatifs clairs.

Voici maintenant deux exemples qui illustrent comment la performance théâtrale peut être introduite dans les activités d'investigation à travers la participation des élèves.

Dans l'activité *L'Horloge chimique* (Chemical Clock), deux liquides translucides s'obscurcissent lorsqu'on les mélange, mais seulement après un certain temps. Si bien que les deux liquides translucides restent clairs, puis soudain, sans intervention supplémentaire, deviennent noirs après quelques secondes.

La dramaturgie peut mettre en valeur cette activité et permettre aux élèves d'explorer un apprentissage autonome. Pour commencer, les élèves sont séparés en groupes de travail et testent le phénomène. Les enseignants leur demandent ensuite de préparer leur expérience pour en faire la démonstration devant la classe. Ce que les élèves ne savent pas est que chaque groupe a reçu des mélanges contenant différentes quantités de réactif pour que les solutions deviennent noires à des intervalles de temps différents. Il en résulte un « xylophone » de coloration. Le xylophone souligne d'une part le phénomène mystérieux, et d'autre part pose la question de ce qui cause le décalage dans le changement de couleur. Dans ce cas, l'enseignant/e joue le rôle d'un metteur en scène en ce sens qu'il/elle doit s'assurer que les élèves se tiennent dans le bon ordre et que tous les groupes mélangent les solutions au même moment. L'enseignant doit aussi décider s'il commente ou non l'expérience durant la présentation et comment.

Dans une version plus avancée de cette activité, les élèves prennent davantage en main leur apprentissage :

l'enseignant leur demande de choisir leur chanson préférée et d'y trouver un passage clef (par exemple la musique devient plus forte, le chant commence, un solo démarre...). Ils doivent ensuite trouver un moyen de régler leur dispositif expérimental de telle sorte qu'il soit synchronisé avec la musique et que la solution devienne noire au moment où l'on entend ce passage précis. Pour que ceci se produise, les élèves devront répéter de nombreuses fois pour calibrer la démonstration correctement. Ils doivent dessiner un diagramme de calibration, apprendre à l'utiliser et essayer leur expérience plusieurs fois avant de la présenter aux autres élèves. Après une courte explication du phénomène, on peut demander aux élèves d'imaginer une petite scène de théâtre montrant l'explication. Ceci leur permet de digérer l'explication du phénomène et de réfléchir de façon créative à des moyens de le présenter. La mise en scène aide aussi les élèves à penser aux différents aspects du phénomène et permet à l'enseignant d'évaluer la compréhension des élèves, tout en ouvrant le champ pour des discussions futures. Un groupe, par exemple, a choisi de démontrer le phénomène en faisant marcher des élèves dans la classe avec des ballons gonflés (représentant le moment où la solution devient noire). Ces ballons étaient rapidement éclatés par un autre groupe d'élèves munis d'aiguilles. Toutefois, les élèves du premier groupe (les « ballonnés ») étaient plus nombreux que dans le second (les « éclateurs »). Si bien qu'après quelque temps, la pièce était pleine de ballons gonflés qui n'étaient pas éclatés – représentant l'accumulation de la couleur noire. Bien que cette métaphore ne soit pas parfaite, elle sert de base utile à la discussion. Discuter des limites d'un modèle aide également à affiner la compréhension qu'ont les élèves d'un phénomène.



## ***À quoi être attentifs lorsque vous basculez la responsabilité de l'apprentissage***

- ① De quel niveau part votre classe ? Quelles en sont les preuves tangibles ? Jusqu'où pouvez-vous les faire avancer ? Planifiez les étapes, mais assurez-vous d'obtenir des retours sur leur progression à travers la phase d'évaluation.
- ② Décidez à l'avance à quelles questions vous répondrez, auxquelles vous répondrez par une autre question, et auxquelles vous ne répondrez pas.
- ③ Basculer la mise en scène du côté des élèves, comme nous l'avons vu, peut être un moyen simple, naturel et efficace de commencer la bascule en partant du niveau initial.



## Conclusion

Nous espérons que ce livret vous a fourni une introduction à la méthode TEMI, aux quatre innovations, aux façons dont vous pouvez permettre à vos élèves de devenir des apprenants plus indépendants et des stratégies pour développer les compétences nécessaires pour faciliter l'apprentissage basé sur la démarche d'investigation en utilisant les mystères. Un ensemble de ressources pour aller plus loin sont listées à la fin de ce livret. Le site Internet de TEMI propose bien davantage de ressources pédagogiques, de Mystères du Mois ainsi qu'une application pour smartphone que vous pouvez utiliser dans votre enseignement. Nous sommes convaincus qu'appliquer TEMI à votre enseignement contribuera à la réussite des élèves et à créer un enseignement qui aura davantage d'impact. Nous espérons que vous allez essayer la méthode et en être convaincus à votre tour.

L'équipe TEMI 



## Remerciements et conseils de lecture

**L'ensemble de l'équipe du projet TEMI** a contribué à la rédaction de ce livret mais nous voudrions remercier en particulier les personnes suivantes pour leurs apports : **Johanna Dittmar et Ingo Eilks** pour les mystères ; **Rachel Mamlök-Naaman, Malka Yayon, Ran Peleg, Avi Hofstein, David Fortus et Dvora Katchevich** pour le chapitre sur la présentation des mystères ; **Peter Childs, Tony Sherborne et Julie Jordan** pour le cycle des 5E et le transfert graduel de responsabilité ; **Marina Carpineti** et **Marco Giliberti** pour le chapitre sur le théâtre scientifique ; **Cristina Olivotto** pour le suivi éditorial ; **Meriem Fresson** pour la traduction française. **Peter McOwan** a coordonné ce projet d'ouvrage.



## Lectures additionnelles qui pourront vous intéresser

Pour trouver des exemples de mystères :

[www.chemicum.com/chemistry-videos/](http://www.chemicum.com/chemistry-videos/)  
[www.video.about.com/chemistry/](http://www.video.about.com/chemistry/)  
[www.illusioneering.org](http://www.illusioneering.org)  
[stwww.weizmann.ac.il/g-chem/temi/movies.html](http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/temi/movies.html)

Sélection de sites web de boutiques où trouver de nouvelles idées :

[www.stevespanglerscience.com/](http://www.stevespanglerscience.com/)  
[www.thinkgeek.com/geektoys/](http://www.thinkgeek.com/geektoys/)  
[www.sciencetoy maker.org/](http://www.sciencetoy maker.org/)

Vous pouvez en apprendre davantage sur l'histoire de James et du sable magique et trouver des exemples de mystères sur la chaîne Youtube de TEMI et sur le site Internet de TEMI.



## Livres qui peuvent être utiles pour créer vos propres mystères

### Chemical Curiosities

**Herbert W. Roesky and Klaus Möckel**  
Wiley  
ISBN 3527294147 (1996)

### Even More Everyday Science Mysteries: Stories for Inquiry-Based Science Teaching

**Richard Konicek-Moran**  
National Science Teachers Association  
ISBN 1933531444 (2009)

### Everyday Science Mysteries: Stories for Inquiry-Based Science Teaching

**Richard Konicek-Moran**  
National Science Teachers Association  
ISBN 1933531215 (2008)

### Mark Wilson's Complete Course in Magic

**Mark Wilson**  
Running Press – U.S.  
ISBN 0762414553 (2003)

### The McGraw-Hill Big Book of Science Activities: Fun and Easy Experiments for Kids

**Robert Wood**  
McGraw-Hill Education – Europe  
ISBN 0070718733 (1999)



## Le modèle des 5E et une sélection de littérature en sciences de l'éducation

### Banchi, H., Bell, R. (2008)

The many levels of inquiry  
*Science and Children*, 46(2), 26-29

### Bruner, J. (1985)

*Narrative and paradigmatic modes of thought*, 97 - 115. In *Learning and teaching the ways of knowing*

E. Eisner (ed.)  
National Society for the Studies of Education (NSSE)  
ISBN 9780226600871

### Bruner, J. (1991)

The narrative construction of reality  
*Critical Inquiry*, 18(1), 1-21

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006)

The BSCS 5E instructional model : Origins and effectiveness

[www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf)

### Commission européenne (2007)

L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf)



**Martin-Hansen, L. (2002)**

Defining inquiry. Exploring the many types of inquiry in the science classroom.  
*The Science Teacher*, 69(2), 34–37

**Sherborne, T. (2014)**

Enquiry & TEMI CPD: Enquiry based science education & continuing professional development (CPD)  
[www.teachingmysteries.eu/wp-content/uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf](http://www.teachingmysteries.eu/wp-content/uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf)

**Wellcome Trust (2012)**

Perspectives on education: Inquiry-based learning  
[www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh\\_peda/documents/web\\_document/wtvm055190.pdf](http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtvm055190.pdf)



Le consortium TEMI

**Coordinateur, Applications & développement du site web, Évaluation d'impact**



CNOTINFOR  
 Portugal



Université Queen Mary  
 de Londres  
 Royaume-Uni



TRACES  
 France

**Promotion, Dissemination et Networking**



Sterrenlab  
 Pays-Bas

## Centres de formation des enseignants



Université Charles  
de Prague  
*République Tchèque*



Université du Buskerud  
et Vestfold  
*Norvège*



Université de Leiden  
*Pays-Bas*



Université de  
Sheffield Hallam  
*Royaume-Uni*



Université de Milan  
*Italie*



Université de Brême  
*Allemagne*



Université de Limerick  
*Irlande*



Université de Vienne  
*Autriche*



Institut des sciences  
Weizmann  
*Israël*

Cette première édition en langue française  
a été achevée d'imprimer en juillet 2015 par

Copy Média  
CS 20023, 33693 Mérignac Cedex – France  
sur Pioneer préprint offset blanc 110 g.

Dépôt légal : juillet 2015.





Le projet de recherche a reçu un financement du Septième programme cadre de la Communauté européenne (FP7/2007-2013) dans le cadre de la convention de financement No. 321403. [teachingmysteries.eu/fr](http://teachingmysteries.eu/fr)

FP7-Science-in-Society-2012-1, Grant Agreement N. 321403



Co-funded by  
the Seventh Framework Programme  
of the European Union



ISBN 978-2-9551557-4-5  
Version numérique – Hors commerce