



Progetto

Erasmus+

Settore Istruzione Scolastica Attività KA2 - Partenariati strategici

2015-1-IT02-KA201-015237

**T.E.S.T.** *Teaching Experimentation in Science and Technology*

# Amélioration de la professionnalité des enseignants

APPROCHE DIDACTIQUE DE L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE BASÉ SUR L'INVESTIGATION

*Collectif didactique TEST*

*“Teaching and Experimenting Sciences and Technology”*

**Coordinatrice du manuel** : Catherine GOUJON, UBO - ESPE de Bretagne

### **Auteurs des parties I, II et III**

Lætitia BUENO-RAVEL, UBO - ESPE de Bretagne  
Suzanne GATT, University of Malta  
Catherine GOUJON, UBO - ESPE de Bretagne  
Maria KAMPEZA, University of Patras  
Henri LE GAL, UBO - ESPE de Bretagne  
Isabella MARINI, ANISN Pisa, Liceo Scientifico "Dini" Pisa  
Konstantinos RAVANIS, University of Patras  
Vanna SERANI, ANISN Pisa

### **Auteurs de la partie IV et des séquences liées**

Michela ALBERTI, I.C. Gereschi - Pontasserchio (Pi) (IT)  
Rita AZZOPARDI (Malte)  
Sharyn BALDACCHINO (Malte)  
Laura BARAZZONE, I.C. N.Pisano - Marina di Pisa (IT)  
Rossella BATTOLLA, I.C. Borsellino - Cascina (Pi) (IT)  
Sabine BERNEDE, Maîtresse formatrice, école La fée  
Viviane, Iffendic (FR)  
Muriel BLAT, Maîtresse formatrice, école Le haut chemin,  
Pacé (FR)  
Christelle BOYA, conseillère pédagogique, Chateaubourg  
(FR)  
Marie Laure BRISSE, Maîtresse formatrice, Chateaubourg  
(FR)  
Lætitia BUENO-RAVEL, UBO – Espé de Bretagne, Rennes  
(FR)  
Ylenia CAMILLERI (Malte)  
Annalisa CAUDULLO, Liceo "Fermi" - Cecina (Li) (IT)  
Maïthé COLIN, Professeure des écoles, Combourg (FR)  
Dominique COURTES, Maîtresse formatrice, école Jean  
Moulin, Rennes (FR)  
Fabien DANIEL, Professeur des écoles, Rennes (FR)  
Barbara DELL'ANTONIA, I.C. Ilaria Alpi –Vicopisano IT)  
Sylvain DUCHEMIN, Professeur des écoles, Pacé (FR)  
Joseph FENECH (Malte)  
Barbara FINATO, I.C. Sacchetti, San Miniato (Pi) (IT)  
Elena FORMAIONI, Scuola Media Galilei - Cecina (Li-IT)  
Glykeria FRAGKIADAKI, Professeure des écoles, Patras,  
(GR)  
Erwan GARDAN, Maître formateur, Combourg (FR)  
Suzanne GATT, University of Malta

Maggiorana GIANNESI, IISS A. Pesenti - Cascina (Pi-IT)  
Angela GIANNETTI, ANISN – Pise (IT)  
Catherine GOUJON, UBO – Espé de Bretagne, Rennes (FR)  
Séverine JACQUET, Professeure des écoles, Saint-Aubin  
du Cormier (FR)  
Alain JAMEAU, Espé de Bretagne, Rennes (FR)  
Maria KAMPEZA, Université de Patras (GR)  
Juliette LAISNEY, Professeure des écoles, école Jean Zay,  
Rennes (FR)  
Henri LE GAL, UBO – Espé de Bretagne (FR)  
Typhaine LE MEHAUTE, UBO – Espé de Bretagne, Rennes  
(FR)  
Isabella MARINI, Liceo "u. Dini" – Pise (IT)  
Fiorella MAZZANTI, ANISN – Pise (IT)  
Isabelle MORIN, Maîtresse formatrice, école de Vignoc FR  
Ilaria PAPI, I.C. N.Pisano - Marina di Pisa (IT)  
Nathalie PERENNES, Maîtresse formatrice, école de  
Saint-Marcen (FR)  
Silvia RIPOLI, I.C. N.Pisano - Marina di Pisa (IT)  
Konstantinos RAVANIS, Université de Patras (GR)  
Mathieu ROLLAND-MARMIER, Maître formateur, école  
La rose des vents, Boisgervilly (FR)  
Celia SCHEMBRI (Malte)  
Anita SEGUNA (Malte)  
Vanna SERANI, ANISN – Pise (IT)  
Lucia STELLI, I.C. Gamerra – Pise (IT)  
Roberta VENTO, I.C. N.Pisano - Marina di Pisa (IT)  
Giselle THEUMA e Suzanne GATT (Università di Malte)  
Esmeralda ZERAFA (Malte)

### **Déclaration**

Ce document ne reflète que l'opinion de ses auteurs. L'Agence nationale et la Commission Européenne ne peuvent être tenus responsables des usages qui pourront être faits des informations contenues dedans.



TEST project partners

Date de publication : 31 août 2018



# Table des matières

---

<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<i>Genèse du projet TEST</i>	5
<i>Structure du manuel</i>	6
<b>1. PREMIÈRE PARTIE : PAR OÙ COMMENCER ?</b>	<b>7</b>
1.1. <i>Pourquoi un enseignement des sciences basé sur l'investigation ?</i>	7
1.2. <i>Qu'est-ce que la démarche d'investigation ?</i>	8
1.3. <i>Quelles démarches du point de vue du professeur et de l'élève ?</i>	10
1.4. <i>Quels sont les points clés de cette démarche ?</i>	11
1.5. <i>Quelles sont les considérations pédagogiques et didactiques majeures de l'enseignement basé sur l'investigation ?</i>	13
1.6. <i>Autres ressources sur l'enseignement des sciences basés sur l'investigation</i>	15
<i>References bibliographiques</i>	16
<b>2. DEUXIÈME PARTIE : LE CONCEPT D'INVESTIGATION DANS LA DÉMARCHÉ D'ENSEIGNEMENT</b>	<b>18</b>
2.1. <i>Schéma général de la démarche d'enseignement par l'investigation</i>	18
2.1.1. <i>Comment définir des niveaux d'investigation ?</i>	20
2.1.2. <i>Types d'investigations à disposition des acteurs scolaires</i>	22
2.1.3. <i>Comment rendre les questions productives, propices aux investigations ?</i>	24
2.1.4. <i>Quel type de travail de groupe utilise-t-on dans l'enseignement par investigations ?</i>	27
2.2. <i>Aspects langagiers</i>	29
2.2.1. <i>Quel est le rôle du langage dans les apprentissages ?</i>	29
2.2.2. <i>Le langage lors des investigations</i>	29
2.2.3. <i>Que trouve-t-on dans le cahier d'observations et d'expériences des élèves ?</i>	30
2.3. <i>Ressources</i>	33
2.3.1. <i>Quelles ressources peuvent aider les apprentissages ?</i>	33
2.3.2. <i>Pourquoi avons-nous inclus la robotique dans le projet TEST ?</i>	37
2.3.3. <i>Comment consolider les apprentissages en appliquant les nouvelles connaissances dans différents contextes ?</i>	37
2.4. <i>L'évaluation comme une pratique aux enjeux d'apprentissage</i>	38
2.5. <i>Conclusion</i>	39
<i>Références bibliographiques</i>	39
<b>3. TROISIÈME PARTIE : IMPLÉMENTATIONS DU PROJET</b>	<b>42</b>
3.1. <i>Implémentation en Grèce</i>	42
3.1.1. <i>Structure de la formation des enseignants participant à l'expérience</i>	42
3.1.2. <i>Activités suggérées au cours du programme de formation :</i>	43
3.2. <i>Implémentation à Malte</i>	46



3.2.1.	Formation des tuteurs	46
3.2.2.	Expérimentation des activités d'investigation	48
3.3.	<i>Implémentation en France</i>	51
3.3.1.	Des ingénieries didactiques coopératives	51
3.3.2.	Données utilisées et ressources produites	51
3.3.3.	Fonctionnement des différents collectifs concepteurs de séquences	51
3.3.4.	Un exemple : l'ingénierie math-sciences en maternelle	52
	Références bibliographiques	53
3.4.	<i>Implémentation en Italie</i>	54
3.4.1.	Structure de la formation des professeurs experts (tuteurs)	55
3.4.2.	Structure de la formation des enseignants expérimentateurs	56
	<i>Conclusion</i>	59
<b>4.</b>	<b>QUATRIÈME PARTIE : PRÉSENTATION DES SÉQUENCES</b>	<b>60</b>
4.1.	<i>Préambule</i>	60
4.2.	<i>Fiches synthétiques des séquences</i>	63
4.2.1.	Ecole maternelle	65
4.2.2.	Ecole élémentaire	81
4.2.3.	Collège	96
4.2.4.	Lycée	106



# Introduction

---

Ce manuel fournit des informations et des documents de référence à tous les professeurs, professeurs-stagiaires et éducateurs qui souhaitent enseigner les sciences avec une approche basée sur l'investigation. Il concerne différents niveaux de scolarité, de la maternelle à la fin de l'enseignement secondaire.

Le manuel rassemble des fondamentaux sur l'apprentissage basé sur l'investigation et fait référence à des publications de recherche. Il aborde des aspects pratiques auxquels les professeurs font face lorsqu'ils adoptent cette approche didactique. Le manuel est fondé sur les expériences des partenaires du projet TEST d'ERASMUS+. Ces derniers ont fourni des exemples de séquences d'activités (appelés aussi parcours dans cet ouvrage) dans différents domaines des sciences.

Ce manuel peut être utilisé de différentes manières. Il peut servir de référence aux professeurs-stagiaires, aux professeurs et autres éducateurs qui souhaitent en apprendre davantage au sujet de l'apprentissage basé sur l'investigation. Il fournit également des conseils, des informations, ainsi que des exemples pratiques pour les professeurs qui souhaitent mettre en œuvre des activités avec leurs élèves. Bref, ce manuel a pour but d'inspirer tous les éducateurs qui souhaitent enseigner les sciences de manière plus interactive et authentique, en les rendant pertinentes et excitantes aux yeux de leurs élèves.

## Genèse du projet TEST

Le projet TEST d'ERASMUS+ a vu le jour à la suite de nombreux rapports internationaux (Rocard et al., 2007) qui mettent en avant le besoin de faire évoluer la pédagogie employée dans l'enseignement des sciences. Ce projet a pour but de promouvoir le développement, l'expérimentation, la mise au point et la diffusion de méthodes innovantes dans l'enseignement des sciences ; en développant une meilleure coopération entre les établissements éducatifs afin d'établir un échange bénéfique et la diffusion de bonnes pratiques dans l'enseignement des sciences et la formation des professeurs. Nous avons porté une attention particulière à l'usage des TICE pour améliorer l'apprentissage, l'enseignement et la formation des professeurs.

Le projet inclue la préparation de documents pour la formation des tuteurs et des professeurs expérimentateurs ; la préparation de documents pour l'expérimentation didactique ; la discussion et le partage de toutes les productions ; la rédaction conjointe d'un guide et sa publication sur la mise en œuvre d'une approche de l'enseignement des sciences basée sur l'investigation. Le contenu fourni par les partenaires a été compilée et débattue au cours des derniers meetings.

Le projet test a été coordonné par l'Istituto Comprensivo L. Fibonacci, Italie, et mené avec les partenaires suivants : l'université de Bretagne Occidentale (UBO) – Espé de Bretagne, France, l'université de Patras, Grèce, l'université



de Malte, IISS Antonio Presenti, Italie, Liceo Ulisse Dini, Italie, Liceo Statale I.Fermi, Italie, Scuola Normale Superiore, Italie, Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali PISA, Italie, TIMESIS, Italie et Ufficio Scolastico Regionale per la Toscana, Italie.

## **Structure du manuel**

Le manuel est divisé en quatre sections. La première vise à définir l'approche par l'investigation. Alors que les investigations scientifiques relèvent de stratégies complexes, multifformes et nuancées, il est possible de les identifier et de les caractériser avec des éléments communs. C'est dans cette perspective que la première partie est rédigée. Nous y soulignons des caractéristiques qui concernent les professeurs, les élèves et les ressources utilisées.

La deuxième section du manuel permet d'en apprendre davantage sur l'investigation. Elle met ainsi en avant les différents types et les différents niveaux d'investigation, des plus fermées et structurées par le professeur, aux plus ouvertes (dévoluées aux élèves). Elle permet d'évoquer l'importance et le rôle du langage. Elle décrit de façon synthétique l'usage du cahier d'expériences et d'observations de l'élève, un instrument de travail pour la réflexion et la construction des savoirs, élément clé de l'apprentissage. Cette section aborde également le sujet des questions « productives », l'introduction d'investigations problématisées, propices aux apprentissages. Nous y abordons également les travaux de groupes afin de promouvoir la construction sociale des savoirs, autre élément clé de l'apprentissage par l'investigation.

La troisième section du manuel fournit un résumé des modalités d'organisation adoptées par les partenaires du projet TEST pour former des professeurs experts (tuteurs) et des professeurs « expérimentateurs ».

La quatrième section du manuel propose un résumé des fiches de séquences d'apprentissage que les partenaires du projet TEST ont développées, mises en œuvre et rédigées dans leurs pays respectifs.



# 1. Première partie : Par où commencer ?

---

## 1.1. Pourquoi un enseignement des sciences basé sur l'investigation ?

Au cours des 20 dernières années, l'éducation basée sur l'investigation a pris de plus en plus d'ampleur en tant qu'approche pédagogique de l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Intégrer le processus d'investigation en classe permettrait de rendre les concepts scientifiques plus intéressants aux yeux des élèves. L'apprentissage basé sur l'investigation ne consiste pas simplement à demander à un élève ce qu'il ou elle a envie de savoir. Il s'agit d'éveiller leur curiosité. Éveiller la curiosité d'un élève est un objectif bien plus important et complexe que de transférer des connaissances scientifiques. Cette perspective théorique fait partie des approches « inductives » de l'enseignement et de l'apprentissage (Prince & Felder, 2006). Les approches inductives de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences commencent par un ensemble d'observations ou de données à interpréter, ou bien un problème complexe lié à la réalité, et consiste à générer le besoin de se baser sur des faits, des procédures et des principes directeurs lorsque les étudiants analysent les données ou tentent de trouver des solutions au problème. Sous cet angle, chaque activité en classe devient une opportunité d'allier expérience et réflexion par l'intermédiaire de la communication et de l'argumentation, et ce tout en stimulant le bonheur d'apprendre.

Les avantages de l'apprentissage par l'investigation scientifique sont nombreux pour les élèves, d'où la nécessité de l'intégrer à l'expérience d'apprentissage (Harlen, 2013). Ils incluent : « la joie et la satisfaction de découvrir quelque chose qu'ils ont envie de savoir par eux-mêmes ; l'opportunité de comprendre d'eux-mêmes ce qui fonctionne au lieu d'être simplement informés ; la satisfaction et la stimulation de la curiosité vis-à-vis du monde dans lequel ils évoluent ; le développement progressif d'idées plus fortes à propos du monde ; le développement de compétences nécessaires dans le cadre de l'investigation scientifique à travers la participation ; la réalisation que l'apprentissage scientifique nécessite de dialoguer et de travailler avec les autres et d'apprendre d'eux, directement ou par l'intermédiaire de sources écrites ; la prise de conscience que les sciences résultent d'un effort humain » (p.12).

Certaines clarifications demeurent nécessaires, même si l'apprentissage par l'investigation a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs et professeurs. Il est tout d'abord important de ne pas uniquement associer l'investigation à des activités « pratiques » (comme l'illustrent également d'autres sources secondaires) ou de partir du principe que les élèves doivent tout « découvrir » d'eux-mêmes, ce qui impliquerait que l'enseignant n'a qu'un rôle mineur de soutien auprès des élèves qui essaient de nouvelles idées issues d'autres sources (Harlen, 2013).



## 1.2. Qu'est-ce que la démarche d'investigation ?

Selon l'université de l'Indiana à Bloomington, l'enseignement basé sur l'investigation est un modèle d'enseignement dont la priorité est d'apprendre à régler un problème spécifique ou à répondre à une question centrale. La démarche d'investigation aux différents niveaux scolaires (de la maternelle à l'éducation secondaire) fait donc la promotion de capacités et de compétences scientifiques qui encouragent les élèves à :

**Poser des questions sur les objets, organismes et événements de l'environnement** : les étudiants apprennent à poser des questions pouvant être résolues à l'aide de connaissances scientifiques et de leurs propres observations. Les étudiants doivent répondre à leurs questions à partir de la recherche d'informations issues de sources d'informations scientifiques fiables et de leurs propres observations et investigations ;

**Planifier et mener des investigations scientifiques** : les investigations sont principalement basées sur des observations systématiques au cours des premières phases. À mesure que les élèves progressent, ils peuvent concevoir et mener des expériences simples afin de répondre aux questions. L'idée d'un test objectif est envisageable pour de nombreux élèves à la fin de l'éducation primaire. Les élèves peuvent s'atteler à des activités basées sur l'investigation plus complexes au cours du secondaire en développant leur expérience et leurs capacités d'investigation par la pratique ;

**Utiliser des équipements et outils scientifiques (en fonction de leur âge) afin de collecter des données et développer leurs facultés** : les premières années, les élèves développent des compétences simples, comme observer, mesurer, couper, connecter, remplacer, allumer et éteindre, verser, tenir, nouer et accrocher. À l'aide d'instruments simples, les étudiants peuvent utiliser des règles pour mesurer la longueur, la hauteur et la profondeur d'objets et de matériaux ; des thermomètres pour mesurer la température ; des montres pour mesurer le temps ; des balances à fléau et des pesons pour mesurer le poids et la force ; des loupes pour observer des objets et des organismes ; ainsi que des microscopes pour observer les détails minutieux des plantes, animaux, pierres et autres matériaux. Les élèves plus âgés apprennent à utiliser des appareils et des formes de mesure plus sophistiqués. Ils développent également des compétences pour utiliser des ordinateurs et des calculatrices afin de mener des investigations vers la fin de l'éducation secondaire ;

**Utiliser les données collectées afin de développer une explication raisonnable** : cet aspect du standard insiste sur la réflexion des élèves qui doivent utiliser des données afin de formuler des explications. Même dès les premiers niveaux scolaires, les élèves doivent apprendre à identifier des preuves et juger les mérites ou la pertinence des données et des informations utilisables pour proposer et justifier des explications. Les élèves qui proposent des explications doivent ensuite appliquer les connaissances et les preuves obtenues afin de les étayer. Les élèves doivent vérifier leurs explications en se basant sur des connaissances scientifiques, des expériences et les observations des autres. Les élèves qui passent du niveau primaire au niveau secondaire sont confrontés à des





concepts scientifiques plus abstraits et complexes, et développent également leurs compétences argumentatives afin de présenter leurs arguments de manière scientifique et systématique, en se basant sur les preuves recueillies ;

**Transmettre les résultats de leur investigation et présenter des explications potentielles** : les élèves doivent commencer à développer des capacités de communication, de critique et d'analyse de leur travail et celui des autres élèves. Cette communication peut être orale, dessinée ou écrite (National Research Foundation, 2000). Différents formats visant à transmettre les résultats à différents types de publics sont développés au fur et à mesure que les élèves grandissent, ce qui leur permet de mieux s'exprimer, en plus d'effectuer des recherches scientifiques.

Dans l'ensemble, ces caractéristiques essentielles permettent aux élèves de se familiariser avec de nombreux aspects des sciences (le contenu, le processus ainsi que leur nature), tout en les aidant à développer des connaissances plus claires et approfondies sur certains concepts et processus scientifiques. Le parcours, qui consiste à formuler des questions scientifiques et à établir des critères relatifs aux preuves avant de proposer, évaluer et communiquer des explications, est un ensemble d'expériences essentiel qui mérite d'être inclus dans les programmes scientifiques scolaires.

C'est pourquoi de nombreux chercheurs et professeurs considèrent l'investigation comme un ensemble de pratiques d'apprentissage et d'enseignement qui donne la priorité aux idées, aux questions et aux difficultés des élèves. De plus, l'apprentissage basé sur l'investigation est une approche qui encourage l'utilisation de différentes formes de communication et d'apprentissage, et peut facilement s'adapter à des tendances pédagogiques et éducatives contemporaines, comme l'apprentissage basé sur les projets, l'apprentissage mixte, l'enseignement basé sur des cas et les TIC dans le domaine de l'éducation.

L'approche de l'éducation des sciences basée sur l'investigation encourage une perspective d'investigation de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences où les élèves ont l'opportunité de réfléchir aux différents aspects et variables d'un problème, de poser des questions, de rechercher des solutions potentielles, de faire des observations, de créer des situations expérimentales, de tester des idées et de penser de manière productive (Hiang, 2005). Dans ce contexte, cette perspective pédagogique pousse les élèves à s'impliquer activement dans le domaine des sciences, car ils ont l'opportunité d'explorer différentes réponses potentielles aux mêmes questions, de développer des explications relatives aux phénomènes concernés, d'expliquer des concepts, représentations et procédures, et d'évaluer ou d'analyser leurs interprétations à la lumière des preuves disponibles. De plus, l'investigation permet aux élèves d'appliquer des connaissances et des compétences basées sur des attitudes scientifiques et des valeurs morales. Cette approche pédagogique nécessite que les professeurs reconnaissent l'importance de présenter aux élèves des problèmes qui vont remettre en question leurs interprétations, les forçant ainsi à concilier des idées généralement en conflit avec les concepts scientifiques établis et à développer de nouvelles connaissances.



L'apprentissage basé sur l'investigation dans le domaine des sciences est adapté aux élèves d'âges différents, des jeunes élèves de maternelle (âgés de 3, 4 ans) aux élèves plus âgés à l'école secondaire. L'investigation convient à l'éducation des sciences à la maternelle et au cours des premières années, car il permet de stimuler la tendance innée des élèves qui souhaitent apprendre et découvrir des choses : les nourrir lorsqu'ils sont encore en plein « âge d'or de la curiosité » (Rocard et al., 2007). L'enseignement des sciences basée sur l'investigation a également prouvé son efficacité, qu'il s'agisse d'éducation primaire ou secondaire. Il développe l'intérêt des élèves et des professeurs, et augmente le taux de réussite, tout en stimulant la motivation de l'enseignant (Rocard et al., 2007). L'apprentissage basé sur l'investigation est également efficace auprès de différents types d'élèves, des plus faibles aux plus brillants, et est parfaitement compatible avec l'ambition de l'excellence (ALLEA, 2011). C'est principalement le cas car il permet aux étudiants de s'intéresser à des phénomènes scientifiques à différents niveaux en fonction de leurs capacités.

### **1.3. Quelles démarches du point de vue du professeur et de l'élève ?**

Comprendre le monde et apprendre à travers la compréhension au lieu de mémoriser des faits nécessitent l'application d'approches didactiques subtiles au cours des activités scientifiques des élèves. L'investigation peut être réalisée par l'intermédiaire de différentes approches et pédagogies. Cependant, il est essentiel d'assurer un apprentissage actif, et ce indépendamment de l'approche adoptée. Les élèves sont principalement impliqués de manière active dans des investigations et cherchent à trouver des significations et des explications lorsqu'ils travaillent en groupe, car ils sont impliqués dans la construction sociale de la connaissance (Gatt & Vella, 2003). Il s'agit d'approches qui requièrent l'attention physique, mentale, psychologique et sociale des élèves, et ce à différents degrés, afin qu'ils comprennent non seulement les connaissances scientifiques, mais également la signification des recherches scientifiques et l'impact des sciences dans la société.

Du point de vue de l'élève, l'apprentissage des sciences basé sur l'investigation se concentre sur la présentation de questions ou de problèmes ouverts liés à des domaines scientifiques comme la Physique, la Chimie, la Biologie, la Terre ainsi que d'autres domaines scientifiques et les mathématiques. Les élèves doivent utiliser des raisonnements basés sur les preuves et des processus de résolution de problèmes créatifs afin de parvenir à une conclusion, qu'ils doivent ensuite présenter et défendre. L'éducation des sciences basée sur l'investigation remet en question le raisonnement des élèves en les invitant à examiner des questions scientifiques, et en leur apprenant à donner la priorité aux preuves, à évaluer des explications et des arguments à la lumière de justifications alternatives, et à communiquer et rationaliser leurs choix. Ces dispositions sont nécessaires pour aider les élèves à mieux expliquer leurs décisions et pratiques. En bref, « l'investigation scientifique nécessite preuves, logique et imagination afin de développer des explications sur le monde naturel » (Newman et al., 2004, p. 258).



Du point de vue de l'enseignant, l'enseignement des sciences basé sur l'investigation vise à soutenir les observations spontanées émises par les élèves et à guider ces derniers vers une interprétation compatible avec les modèles scientifiques, tout en développant leur pensée critique.

Cela signifie que les professeurs doivent passer d'un modèle plus traditionnel et centré sur l'enseignant à un modèle davantage centré sur l'enfant afin de permettre aux élèves de développer activement leurs propres connaissances. L'apprentissage basé sur l'investigation, bien que complexe, est, dans une certaine mesure, plus facile pour les professeurs aussi. En effet, il est vraisemblablement plus facile car il transfère certaines responsabilités des professeurs aux élèves. C'est réellement plus simple car renoncer à ce contrôle permet aux élèves de s'impliquer davantage. Les professeurs peuvent ainsi encourager les élèves à poser des questions et les soutenir tout au long du processus d'investigation, et à comprendre quand commencer et comment structurer une activité d'investigation. Les professeurs peuvent évaluer l'efficacité de leur enseignement en se basant sur le niveau d'engagement des élèves vis-à-vis du sujet et entre eux, les arguments scientifiques qu'ils utilisent pour partager leurs idées et raisonnements, et la qualité du travail qu'ils produisent.

#### **1.4. Quels sont les points clés de cette démarche ?**

Les points suivants sont des lignes directrices de base que vous pouvez suivre afin de stimuler l'engagement des élèves dans le cadre des activités organisées :

**Une expérience directe est centrale** : les élèves développent leur compréhension du monde physique et social autour d'eux à partir de leurs expériences personnelles. Ils arrivent en classe avec des explications, des arguments, des représentations mentales et des idées préconçus sur le fonctionnement du monde, comme le rapportent de nombreuses conclusions d'études sur l'Éducation des Sciences (Driver et al, 1985). Ces idées peuvent être compatibles ou incompatibles avec les modèles et théories scientifiques. Le fait qu'elles ne changent pas par des leçons scientifiques traditionnelles est bien documenté (Solomon, 1993). Les cours traditionnels centrés sur l'enseignant ont tendance à être basés sur le transfert de connaissances de l'enseignant aux élèves. L'enseignant est actif et « donne » des informations, alors que les élèves restent passifs et reçoivent des « connaissances » (Sutton, 2005). Cette méthode d'apprentissage ne prend pas en compte les idées et les expériences pré-existantes des élèves, ainsi que leur degré de compréhension.

L'apprentissage par l'investigation se manifeste au quotidien et dans tous les différents domaines du programme d'étude. « Les élèves doivent comprendre cela par eux-mêmes, tout comme ils le font en dehors de l'école. Ils doivent poser des questions, les tester et tirer de nouvelles conclusions. Cela n'est pas synonyme de sorties spéciales ou d'expériences complexes avec des équipements sophistiqués et coûteux. En réalité, les expériences peuvent être très simples et simplement nécessiter d'aller dehors ou d'utiliser des équipements ordinaires et peu



coûteux » (Pollen, 2009). En d'autres termes, les élèves bénéficient des processus de l'apprentissage basé sur l'investigation qui réunissent les problèmes scientifiques rencontrés au quotidien.

**Des apprentissages tant du côté des démarches que de celui de connaissances scientifiques** : du point de vue de l'investigation, il est crucial que les élèves développent des compétences en plus des connaissances du contenu. Les compétences cognitives et scientifiques (poser des questions ; déterminer ce qui est important à observer et l'observer de près ; faire des prédictions, des suppositions et des hypothèses ; concevoir et mener des investigations complètes ou partielles ; analyser des données ; et soutenir des affirmations à l'aide de preuves) aident non seulement les élèves à acquérir des connaissances scientifiques, mais également à apprendre comment continuer à poser des questions et à acquérir de nouvelles connaissances tout au long de leur vie.

De plus, étant impliqués dans le processus de recherche intégré dans l'investigation, les élèves sont encouragés à développer des compétences, comme la pensée critique, et à tirer des conclusions qui ne sont pas superficielles, mais plutôt basées sur des preuves ou un raisonnement logique, en formulant et en évaluant des explications potentielles vis-à-vis du problème analysé.

**Étudier les sciences est une action de nature collaborative et culturelle** : la communication entre élèves est essentielle pour apprendre. Trouver des manières d'exprimer et de communiquer ses propres idées aux autres permet généralement de mieux comprendre ce que l'on essaie de dire soi-même. Les représentations mentales, les hypothèses, les idées de conception d'une investigation et les conclusions des élèves, tout doit être présenté de manière explicite, partagé et débattu à l'oral comme à l'écrit. Les élèves qui travaillent sur des matériaux, des objets et des phénomènes doivent être en mesure de répondre aux questions relatives à leur expérience, mais également de poser de nouvelles questions d'investigation sur lesquelles travailler avec leurs camarades et professeurs. De plus, l'investigation reflète également la recherche scientifique qui n'est pas une activité individuelle, mais un effort de collaboration où les échanges sont particulièrement utiles. Les élèves qui travaillent en groupes se questionnent mutuellement, demandent des explications et des descriptions ou suggèrent des améliorations, en prenant en compte des concepts et phénomènes scientifiques, travaillant ainsi comme des scientifiques. Le mode de communication des élèves n'est pas uniquement oral ou écrit. Les membres travaillent ensemble dans le contexte d'un travail de groupe « comme le font de nombreux scientifiques, en partageant des idées, en débattant et en réfléchissant à ce qu'ils doivent faire et comment » (Pollen, 2009). L'investigation permet aux élèves d'utiliser différentes formes d'expression et de communication comme des dessins avec des étiquettes ou des symboles, en plus de présentations orales et écrites, comme le font les scientifiques.

### **1.5. Quelles sont les considérations pédagogiques et didactiques majeures de l'enseignement basé sur l'investigation ?**

Les approches basées sur l'investigation proposent aux professeurs de poser une question élémentaire afin de créer un cadre pour un ensemble d'activités pédagogiques ou un module d'étude. Les élèves répondent à cette question



élémentaire par eux-mêmes, en découvrant et en apprenant des choses à travers des discussions et des débats libres ou guidés, des expériences et des explorations, ainsi que des activités pratiques. Très souvent, les professeurs constatent que les élèves sont davantage impliqués dans l'apprentissage et disposent d'un contexte plus large pour rebondir sur d'autres idées, ce qui n'est pas le cas lorsqu'ils se contentent d'écouter un cours ou de mémoriser des faits.

Mettre en œuvre l'enseignement basé sur l'investigation « nécessite des stratégies pédagogiques spécifiques visant à (a) permettre aux élèves de créer des tests expérimentaux, (b) permettre aux élèves d'analyser des données et de formuler des conclusions, et (c) évaluer les nouvelles connaissances des élèves par rapport aux connaissances scientifiques » (Ergazaki & Zogza, 2013, p.75).

De ce point de vue, les principales responsabilités de l'enseignant pour promouvoir la compréhension des sciences par l'intermédiaire de l'investigation incluent les considérations pédagogiques et/ou didactiques cruciales suivantes :

**L'organisation de la classe** : environnement physique et éducatif, et culture. L'organisation de la classe doit permettre aux élèves d'être actifs et en mesure d'interagir avec des objets et des matériaux. L'enseignant sélectionne les ressources et les matériaux nécessaires, et doit immédiatement réfléchir à la manière d'utiliser l'espace physique disponible, afin d'assurer la mise en œuvre réussie des aspects didactiques de l'investigation qu'il/elle souhaite employer, et également de multiplier les opportunités permettant aux élèves de faire preuve d'initiative. Cette gestion de l'espace physique doit permettre à l'enseignant de créer un environnement qui lui permet de soutenir les élèves qui souhaitent développer leurs propres investigations, et les aide à dépasser leurs échecs et à proposer de nouvelles investigations. D'un point de vue pédagogique, l'enseignant doit également formuler un plan prédictif pour chaque enfant en fonction de ce qu'il/elle observe tout au long du processus d'investigation (Ravanis, 1994). Les professeurs doivent ainsi envisager de fournir des opportunités d'observation et d'enquête sur les matériaux, objets et phénomènes. Ils doivent encourager les élèves à chercher la bonne solution ou la réponse, mais également, au cours de la recherche d'une ou plusieurs solutions, à rassembler des preuves et à essayer de tester la ou les solutions, à réfléchir aux résultats, à changer d'options ou de stratégie, à coopérer et interagir avec d'autres élèves, et finalement à régler les contradictions et conflits avec les autres de manière créative. Il est également important de fournir suffisamment de temps pour les investigations ci-dessus, surtout au moment d'encourager la pensée et l'investigation scientifique des élèves.

**L'alternance d'activités individuelles et d'activités collectives** : la discussion et la coopération au cours de l'investigation sont des aspects importants du processus d'apprentissage. Dans un environnement d'apprentissage basé sur l'investigation, il est essentiel que l'enseignant pose constamment des questions qui poussent les élèves à découvrir, réfléchir, collaborer et entreprendre un effort collaboratif commun. Ils doivent créer des opportunités pour que des discussions en petits groupes ou générales puissent avoir lieu, afin que les élèves puissent communiquer et approfondir leur réflexion. Cependant, il est particulièrement intéressant de discerner les différents



degrés de participation individuelle au sein du groupe ainsi que le type de contribution de chaque élève. La compréhension individuelle permet à un élève de se joindre à un groupe qui travaille de manière créative vers un objectif commun.

**La prise en compte des représentations mentales et des idées des élèves** : une partie importante de la recherche dans le domaine de l'enseignement des sciences concerne l'étude des représentations mentales des concepts par les élèves, ainsi que leurs représentations des phénomènes dans le monde physique à travers différents groupes d'âges (Gilbert, 2010). Cette perspective qui consiste à prendre en compte les idées des élèves à propos du monde scientifique a permis de transformer la façon de voir l'évolution des processus de l'enseignement (Ravanis, 2005). Un enseignant conscient et au fait des idées ou concepts naïfs pouvant découler du raisonnement des élèves est alors en mesure de les prendre en compte et de mieux comprendre. L'enseignant peut ainsi comprendre les origines de certaines difficultés rencontrées par les élèves, mais également identifier des stratégies potentielles pour surmonter ces difficultés. Les questions des professeurs ainsi que leurs méthodes pour connaître le raisonnement des étudiants jouent donc un rôle crucial afin d'aider les élèves à développer des capacités d'investigation nécessaires pour « remettre en question leurs préconceptions initiales et réaliser le besoin de les transformer et de parvenir à un nouveau consensus afin de déterminer ce qui est applicable et ce qui ne l'est pas » (Ergazaki & Zogza, 2013, p.75).

**L'utilisation de l'évaluation formative** : l'évaluation formative, également connue sous le nom d'évaluation au service de l'apprentissage, fait partie intégrante du processus de l'apprentissage. Dans le cadre de l'évaluation formative, les informations sur les idées et les capacités des élèves acquises par de vrais outils d'évaluation sont utilisées afin d'orienter l'enseignement et peuvent être ajustées afin de stimuler l'engagement des élèves. Il s'agit de collecter des preuves sur l'apprentissage tel qu'il a lieu en classe, et de concevoir les étapes suivantes appropriées et prendre les décisions nécessaires pour les suivre. Une telle évaluation nécessite que les professeurs trouvent des critères relatifs aux progrès des élèves et proposent des activités qui présentent des défis adaptés à leurs idées et capacités pré-existantes.

L'enseignement et l'apprentissage basés sur l'investigation semblent représenter une proposition éducative prometteuse, et toutes les parties intéressées devraient probablement être attentives afin de les mettre en pratique de manière plus efficace.

## **1.6. Autres ressources sur l'enseignement des sciences basés sur l'investigation**

Le Rapport Rocard (Rocard et al., 2007), publié par la Commission Européenne, reflète un engagement à l'échelle de toute l'Europe vis-à-vis de l'investigation. L'objectif de ce rapport était de limiter l'aspect théorique de l'enseignement des sciences au profit de l'investigation. Au moment du rapport, il a été constaté que les initiatives visant à faire la promotion de l'investigation étaient de « petite échelle » et ne parvenaient pas à « tirer avantage des mesures de soutien européennes » (Rocard et al., 2007). Une partie du budget de recherche cadre a donc été



dédiée à la promotion de l'apprentissage basé sur l'investigation. De nombreuses ressources éducatives dans les domaines des sciences et des mathématiques basées sur l'investigation ont été développées grâce à plusieurs appels européens relatifs aux programmes-cadres, notamment FP6 et FP7, mais également à des projets plus petits comme COMENIUS, et aujourd'hui ERASMUS+. Ces ressources incluent des activités d'investigation que les professeurs peuvent utiliser, mais également des documents qui abordent des aspects de l'investigation et des matériaux de développement professionnel.

Le principal défi pour les professeurs consiste à découvrir et à accéder aux différents matériaux et ressources d'enseignement développés par de nombreux éducateurs et professeurs de sciences aux quatre coins de l'Europe. Ces ressources sont précieuses et fournissent aux professeurs des idées et des matériaux qu'ils peuvent adapter et utiliser avec leurs élèves.

Un réseau principal pour les professeurs comprend des ressources scientifiques, parmi lesquelles de nombreuses réfèrent à l'approche basée sur l'investigation Scientix, également soutenu par la Commission européenne. Scientix encourage et soutient une collaboration à l'échelle de l'Europe entre les professeurs, les chercheurs en éducation et les décideurs STEM (science, technologie, ingénierie et maths), ainsi que d'autres professionnels de l'éducation STEM. Scientix a initialement été développé pour collecter et présenter des projets éducatifs STEM européens et leurs résultats, et pour organiser plusieurs ateliers dédiés aux professeurs. Scientix en appelle aux communautés nationales d'enseignants grâce à son réseau de Points de Contact Nationaux, et contribue au développement de stratégies nationales afin d'encourager l'adoption d'approches basées sur l'investigation et innovantes dans le cadre de l'éducation des sciences et des maths. Vous pouvez accéder à Scientix à l'adresse <http://www.scientix.eu/> si vous souhaitez en apprendre davantage sur le sujet et devenir membre. Vous pourrez découvrir l'identité de l'ambassadeur de votre pays en consultant le site internet, et éventuellement participer à ses activités nationales.

De nombreux projets FP6 et FP7 ont été réalisés à grande échelle et ont permis de développer et de tester un grand nombre de matériel éducatif dans les domaines des sciences et des mathématiques. Pour faciliter l'accès à certains de ces projets, le tableau ci-dessous contient un résumé et des liens vers des projets d'où sont issues des ressources en différentes langues disponibles et téléchargeables gratuitement.

**Table 1: Summary of Projects on Inquiry**

Project	Level	Focus	Link
Pri-Sci-Net	Primary (3-11 years)	Science	<a href="http://www.prisci.net">www.prisci.net</a> <a href="http://www.priscinetwork.wordpress.com">www.priscinetwork.wordpress.com</a>
Profiles	Teachers	Professional development	<a href="http://www.profiles-project.eu/">http://www.profiles-project.eu/</a>
PRIMAS	Primary and Secondary	Maths and Science	<a href="http://primas-project.eu/">http://primas-project.eu/</a>



Pollen	Primary	Science	<a href="http://cordis.europa.eu/project/rcn/78779_en.html">http://cordis.europa.eu/project/rcn/78779_en.html</a>
Fibonacci	Primary & Secondary	Science and maths	<a href="http://www.fibonacci-project.eu/">http://www.fibonacci-project.eu/</a>
ESTABLISH	Secondary	Maths & Technology	<a href="http://www.establish-fp7.eu/">http://www.establish-fp7.eu/</a>
PATHWAY	Secondary	Science	<a href="http://pathway.ea.gr/">http://pathway.ea.gr/</a>
INQUIRE		Science, Technology, Engineering, Maths	<a href="http://www.inquirebotany.org/">http://www.inquirebotany.org/</a>

## References bibliographiques

- ALLEA (ALL European Academies). (2011). Views and Actions of National Academies: Analysis of surveys conducted in 2010 and 2011. A report of the ALLEA Working Group Science Education (IAP Science Education Programme Regional European Council), [http://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/ALLEA-Report\\_A-renewal-of-science-education-in-europe.pdf](http://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/ALLEA-Report_A-renewal-of-science-education-in-europe.pdf)
- Driver, R., Guense, E., & Tiberghern, E., (eds.). (1985). **Children's Ideas in Science**, Milton Keynes : Open University Press.
- Ergazaki, M. & Zogza, V. (2013). How does the model of Inquiry-based Science Education work in the kindergarten: The case of biology. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 73-97.
- Gatt, S. & Vella, Y. (eds.), (2003), *Constructivist Teaching in Primary School: Examples in Social Studies, Science, Mathematics, Design and Technology and ICT*, Malte: Agenda Publishers
- Gilbert J. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, Volume 11, Issue 1, Foreword, p.1-19, [https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11\\_issue1\\_files/foreword.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/foreword.pdf) accessed 16/03/2018.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in Science and Mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9-33.
- Hiang, P. S. (2005). *Pedagogy of Science*. Kuala Lumpur: Percetakan Sentosa.
- National Research Council, (2000), *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Newman, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J., & Martini, M. (2004). Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 257-279.
- Pollen (2009). *Designing and implementing Inquiry-based Science units for Primary Education*. Montrouge, France: La Main à la Pâte.





- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95, 123-138.
- Ravanis, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in pre-school age. A qualitative and quantitative research within a piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2), 79-91.
- Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle: éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218
- Rocard, M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson, H., Hemme V., (2007), Science Education now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe, Brussels: European Commission.
- Solomon, J. (1993), Learning about Energy : How Pupils think in two Domains, *European Journal of Science Education*, 5, 49-59.
- Sutton C. (2005). Words, Science And Learning (Developing Science & Technology Education). Suffolk United Kingdom:St. Edmundsbury Press



## 2. Deuxième partie : le concept d'investigation dans la démarche d'enseignement

---

Dans cette section, nous approfondissons la démarche d'enseignement fondée sur l'investigation. Nous commençons par en donner un schéma général. Nous différencions ensuite des niveaux de guidages du professeur et nous répertorions les types d'investigation habituellement utilisées pour résoudre les problèmes scientifiques posés en classe. Nous apportons alors des précisions sur la mise en œuvre de la phase de questionnement, les dispositifs de regroupement des élèves, les aspects langagiers et des ressources numériques adaptées. Nous finissons avec quelques considérations sur l'évaluation des élèves.

### **2.1. Schéma général de la démarche d'enseignement par l'investigation**

L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation est préconisé en France dans les programmes de l'école primaire depuis 2002. Elle propose différents types de recherches, en privilégiant dès que possible la rencontre avec le réel. Ces formes de travail sont à alterner dans l'année, la séquence, mais peuvent aussi coexister dans la même séance. Elles dépendent de la question à laquelle on veut répondre, du problème que l'on veut résoudre, mais aussi des ressources disponibles dans la classe ou dans l'environnement de l'école.

Les investigations prennent appui sur un questionnement construit avec les élèves. Chaque investigation vise à trouver une réponse à ces questions.



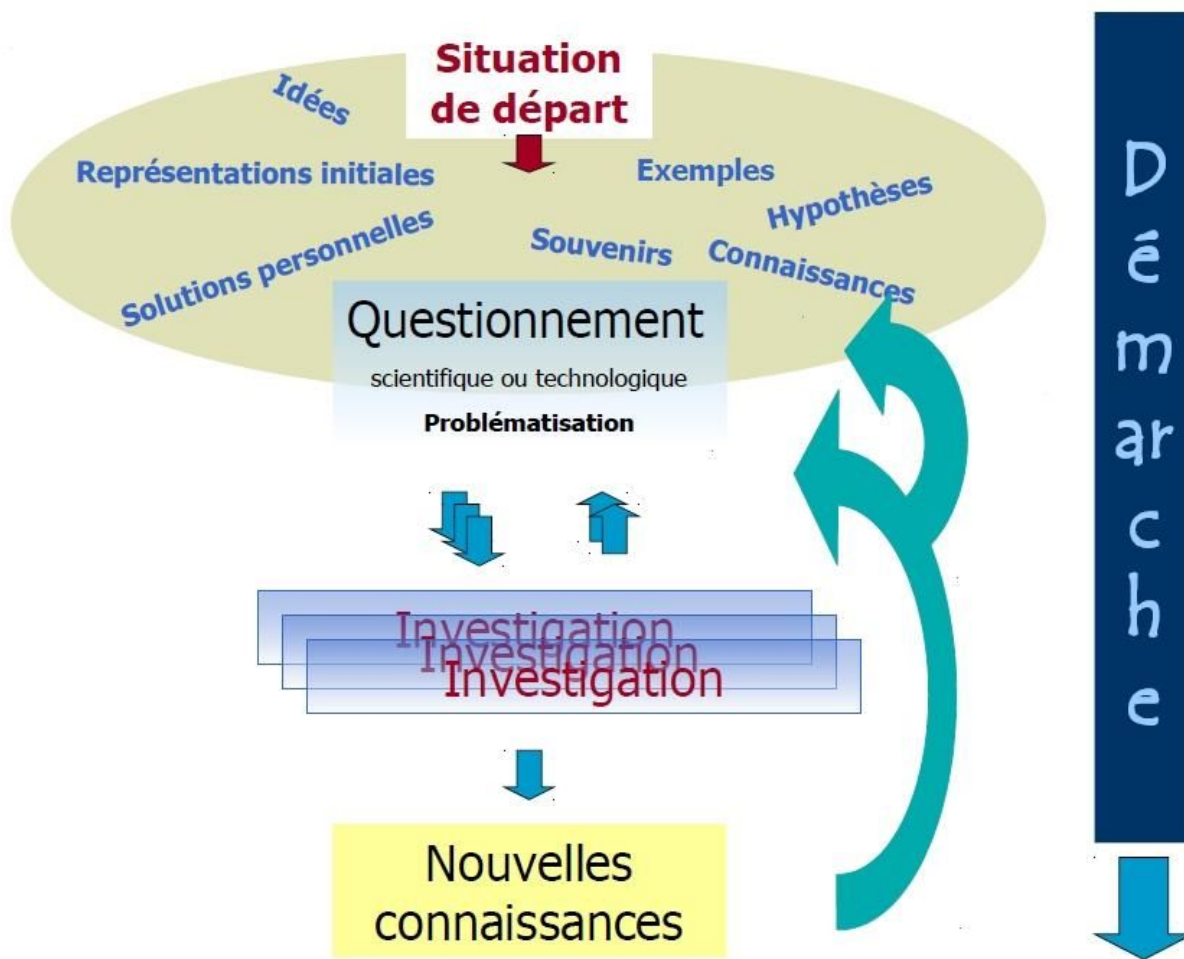


Figure 1: Phases du processus d'enseignement/apprentissage

- Pour que tous les élèves comprennent la problématique, il est important de soigner **la situation de départ** et la gestion des premiers échanges. Le professeur amène une situation qui doit contextualiser la séquence et déclencher des réactions chez les élèves. Cette situation de départ peut être matérialisée par un objet, mais aussi par une image (fixe ou animée), ou encore prendre la forme d'un récit. Le professeur formule une question ouverte, ou alors demande aux élèves ce qu'ils savent ou croient savoir sur le sujet. Chaque élève est invité à s'exprimer individuellement sur son cahier d'expériences. Il peut rédiger une ou des phrases, faire une liste, un tableau, dessiner... La nature de ce qui est exprimé diffère d'un élève à l'autre, et selon la consigne : souvenirs, exemples, questions, affirmations, associations d'idées...
- Au professeur, au moment de la mise en commun de mettre en doute les affirmations des élèves. Il s'agit d'une transition nécessaire pour arriver à des **questions** qui permettront de choisir et de démarrer les investigations. Dans cette étape, le professeur engage les élèves à prendre position, pour enrichir les premiers échanges de formulations et de points de vue différents. Quelques mises au point lexicales sont souvent nécessaires, sans entrer dans les concepts qui seront abordés ultérieurement. C'est aussi le moment où le professeur précise la direction du travail à venir, en écartant les propositions qui sortent des objectifs de la séquence.
- La *situation de départ* doit déboucher sur un *questionnement*, ensemble de questions ou de problèmes, points de départ des futures *investigations*. Certaines autres questions émergeront à l'issue ou pendant les investigations. À l'issue de cette étape, une trace collective de l'ensemble des questions est conservée : au tableau, sur une affiche, dans le cahier de l'élève...



- Les *investigations* sont menées parallèlement dans différents ateliers (groupes), ou bien les unes après les autres, au fil des séances. L'enseignant veille à préciser avant toute investigation quel est le problème, quelle est la question traitée.
- Les réponses, résultats validés par l'enseignant lors de synthèses prennent le statut de *connaissances*. Pour rendre conscient le processus d'apprentissage, le professeur procède à des retours sur les questions initiales et les premières hypothèses.

Selon le niveau de classe, les élèves sont plus ou moins guidés par l'enseignant.

### **2.1.1. Comment définir des niveaux d'investigation ?**

Une des principales solutions pour faciliter un apprentissage complet et un raisonnement scientifique consiste à engager les élèves dans des activités d'investigation. Cependant, tous les élèves peuvent-ils résoudre un problème scientifique, proposer des hypothèses et des investigations de manière autonome ? Tous les enseignants mettent-ils en œuvre les mêmes stratégies d'investigation dans leur classe ? L'investigation implique-t-elle ou décrit-elle la même opportunité d'apprentissage ou le même niveau de responsabilité d'apprentissage pour tous les élèves ?

Certains auteurs (Bell, Smetana & Binns 2005; Herron, 1971; Schwab, 1962) suggèrent que les enseignants intègrent l'investigation de manière progressive en commençant par la transformation progressive des activités qu'ils utilisent dans leur pratique d'enseignement habituelle. Par ailleurs, de nombreux enseignants disent qu'il est difficile d'intégrer des activités d'investigation dans leurs programmes. Sundberg et al. (2000) tentent d'expliquer cette difficulté en citant des problèmes tels que le manque de ressources et un accompagnement limité.

On ne peut pas s'attendre à ce que de jeunes élèves, mais également les élèves plus âgés qui découvrent l'investigation pour la première fois ou qui commencent à apprendre ce processus, soient immédiatement en mesure de concevoir et de mener leurs propres investigations de manière indépendante. En réalité, la plupart des élèves ont besoin de temps pour développer leurs compétences et connaissances et pour pouvoir mener leurs propres investigations de manière autonome d'un bout à l'autre du processus. Un autre problème concerne la transformation de connaissances spécifiques (associées à des observations ou à des expériences particulières) en connaissances générales (associées à une large gamme d'objets, concepts et phénomènes liés entre eux).

Ces difficultés peuvent décourager des professeurs : ils concluent que l'intégration de l'investigation en classe est impossible. Heureusement, plusieurs niveaux d'investigation (Bell, Smetana & Binns, 2005; Herron, 1971; Schwab, 1962) peuvent être progressivement proposés par les professeurs, et adoptés par les élèves au cours du développement plus approfondi et autonome de leur réflexion scientifique.

L'investigation est un processus d'apprentissage actif qui invite les élèves à répondre à des questions de recherche par l'intermédiaire d'analyses de données pertinentes. On peut ainsi observer un continuum de différents niveaux d'activités d'investigation en fonction des degrés de guidage et de différenciation fournis, d'un guidage élevé du professeur à celui pris en charge par l'élève. Ce continuum peut être divisé en quatre niveaux d'investigation.



- **L'investigation par la confirmation** : à ce premier niveau, une question et une procédure sont fournies aux élèves. L'investigation par la confirmation permet de montrer aux élèves comment mener une investigation ou développer une compétence d'investigation spécifique, comme le recueil et l'enregistrement de données. Les élèves suivent le protocole de l'expérience, enregistrent leurs données et analysent leurs résultats. Ils confirment des faits scientifiques. Cette forme d'investigation est généralement employée au niveau de l'école primaire.
- **L'investigation structurée** : à ce deuxième niveau, la question et la procédure sont toujours fournies par l'enseignant, mais, les élèves sont chargés de trouver une explication en se basant sur les résultats obtenus. L'investigation structurée est, tout comme l'investigation par la confirmation, très courante dans le programme scientifique de l'école primaire et peut permettre aux élèves de progressivement développer les compétences requises pour mener des investigations plus ouvertes.
- **L'investigation guidée** : à ce troisième niveau, l'enseignant fournit uniquement la question de recherche aux élèves, et ces derniers définissent la procédure nécessaire pour résoudre le problème et analyser les résultats. L'investigation guidée est donc plus ouverte que l'investigation structurée. Elle est particulièrement efficace lorsque les élèves ont déjà eu plusieurs occasions d'apprendre et de mettre en pratique différentes manières de planifier des expériences et d'enregistrer des données.
- **L'investigation ouverte** : à ce quatrième niveau, les élèves ont l'opportunité d'agir comme de vrais scientifiques, en choisissant leurs questions, en concevant et en menant des investigations avant de communiquer leurs résultats, et ce de manière autonome. Ce niveau requiert un raisonnement scientifique plus approfondi et des capacités cognitives plus importantes. Il peut être réalisé en s'appuyant sur l'expérience acquise lors du développement des trois autres niveaux d'investigation. Les élèves qui ont accumulé beaucoup d'expérience dans les trois premiers niveaux de l'investigation sont en mesure de mener à bien des investigations ouvertes. Cela inclut de pouvoir enregistrer et analyser des données, et de tirer des conclusions à partir des résultats obtenus.

Le rôle de guide de l'enseignant est fondamental à tous les niveaux. L'enseignant stimule les élèves et échelonne l'apprentissage en fournissant l'opportunité aux élèves : de réaliser les investigations ; de communiquer et de discuter en petits groupes ou avec l'ensemble de la classe ; et de mener à bien l'étude critique des procédures et des résultats de l'investigation. L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation donne aux élèves l'opportunité d'en apprendre davantage sur le fonctionnement et la nature de la science.

Table 1: Résumé des différents niveaux d'investigation

Niveau d'investigation	Description
<b>L'investigation par la confirmation</b>	Le problème, la procédure et les méthodes qui permettent de trouver les solutions sont tous fournis à l'élève. Ce dernier mène l'expérience et vérifie si les résultats correspondent à ceux du manuel.
<b>L'investigation structurée</b>	Le problème et la procédure sont fournis à l'élève. Ce dernier interprète les données afin de proposer des solutions viables. Il n'y a pas de réponses prédéterminées, car les solutions résultent uniquement de l'investigation de l'élève.
<b>L'investigation guidée</b>	Le problème est fourni à l'élève. Ce dernier développe une procédure afin de mener une enquête, décide quelles données réunir et interprète les



	données afin de proposer des solutions viables. Il n'existe pas de méthode prédéterminée, et les élèves choisissent comment mener l'enquête.
<b>L'investigation ouverte</b>	Un phénomène « brut » est fourni à l'élève. Ce dernier choisit le problème à explorer, développe une procédure d'investigation, décide quelles données réunir et interprète les données afin de proposer des solutions viables. Il n'y a pas de questions prédéterminées, et les élèves proposent et mènent l'enquête à partir de leur propre question.

### 2.1.2. Types d'investigations à disposition des acteurs scolaires

L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation propose différents types de recherches, en privilégiant dès que possible la rencontre avec le réel. Nous appelons types d'investigations, les moyens mis en œuvre pour répondre aux questions scientifiques que l'on se pose.

Ces formes de travail sont à alterner dans l'année, la séquence, mais peuvent aussi coexister dans la même séance. Elles dépendent de la question à laquelle on veut répondre, du problème que l'on veut résoudre, mais aussi des ressources disponibles dans la classe ou dans l'environnement de l'école, ainsi que de l'âge des élèves.

Les types d'investigations dans les apprentissages scientifiques à l'école ont des similitudes avec les activités de recherche des scientifiques. Ils ne sont cependant pas identiques. Voici quelques différences :

- Les chercheurs en sciences construisent des savoirs nouveaux. Ils réitèrent les expérimentations et confrontent leurs résultats avant que ces derniers ne soient validés par la communauté et deviennent des faits scientifiques ; les élèves en sciences sont des acteurs de situations didactiques où les savoirs visés sont déjà bien établis : ce sont des faits scientifiques. Les lois sont généralisées à partir des résultats obtenus en classe. Elles sont validées par le professeur et des documents de référence.
- Les chercheurs construisent et maîtrisent les méthodologies utilisées ; Les élèves sont en situation d'apprendre à les utiliser. Selon leur âge et selon les thèmes étudiés, ils sont plus ou moins autonomes dans leur utilisation (cf. niveaux d'investigation).
- Au fil de leurs activités, les scientifiques pratiquent la lecture, l'écriture et utilisent différents outils de communication. Pour les élèves, les compétences liées à ces outils sont en cours d'apprentissage. Les enseignements scientifiques participent à leur acquisition (cf. cahier d'observations et d'expériences).

Les types d'investigations dépendent de la question à laquelle on veut répondre, du problème que l'on veut résoudre, mais aussi des ressources disponibles dans la classe, dans l'environnement de l'école, ainsi que de l'âge des élèves. Selon le niveau de classe, différentes variables peuvent être activées. Parmi celles-ci, le niveau de guidage du professeur (cf. niveaux d'investigation). Par ailleurs, différents types d'investigations peuvent coexister lors d'une même activité de recherche.



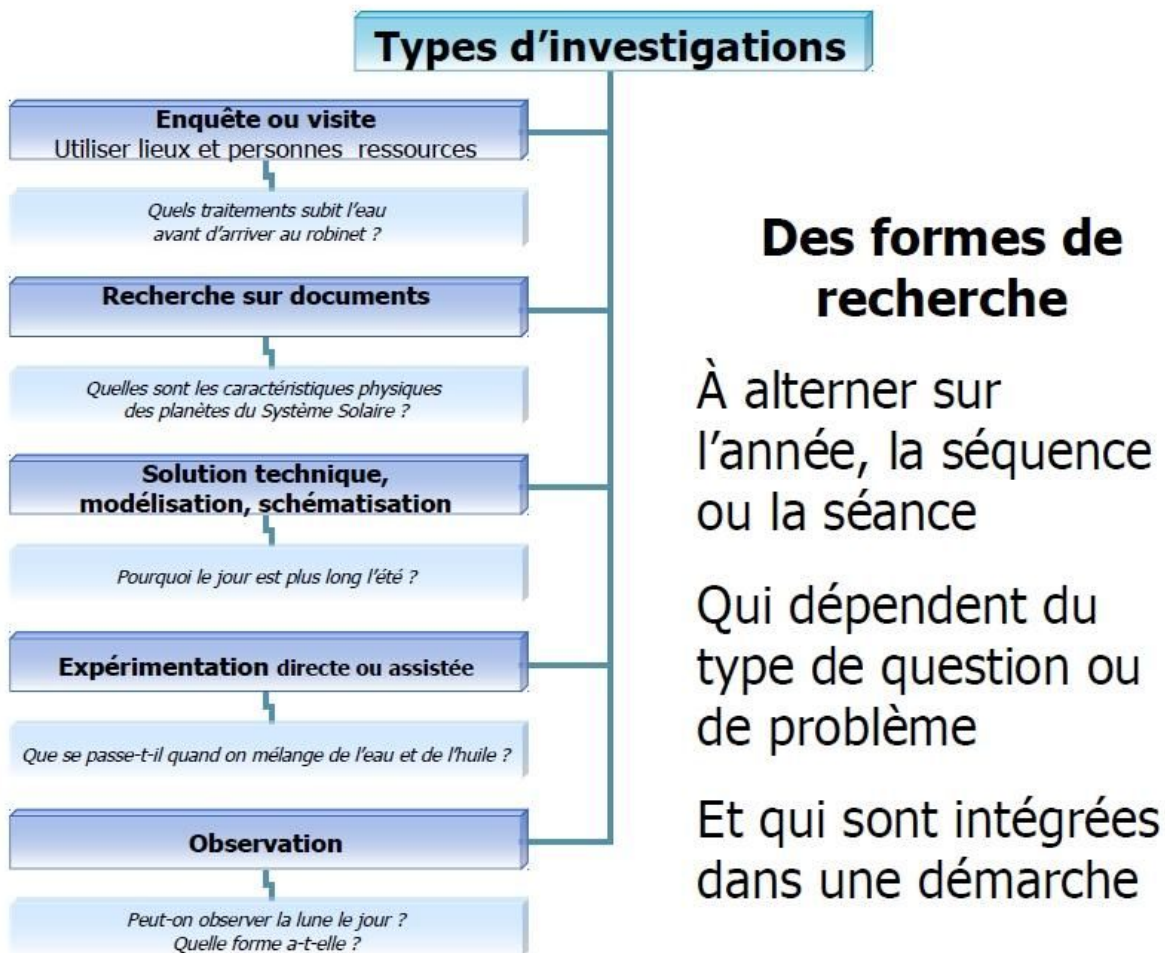


Figure 2 : Types d'investigations

Nous pouvons les décrire ainsi (sans hiérarchie) :

- **Des recherches ou lectures documentaires** : elles permettent de se référer à des savoirs établis et rédigés par d'autres personnes. Elles sont variables selon le niveau scolaire :
  - l'origine des documents : des écrits de scientifiques aux textes didactisés pour l'école ou la culture scientifique
  - la nature des documents : textes, schémas, valeurs numériques organisées, photographies, vidéos...
  - les moyens pour les obtenir : sélection du professeur, découverte personnelle dans un manuel ou une revue, recherche plus ou moins guidée en bibliothèque ou sur internet...
- **L'usage de modèles** : cet usage en classe varie de la **conception** de modèles à l'**utilisation** de modèles existants. D'un côté, la conception de modèles par les élèves dépasse l'acquisition des savoirs notionnels. De l'autre côté, l'utilisation d'un modèle suppose la compréhension des limites de celui-ci et l'entrée dans le langage qui lui est propre. Les formes de modèles manipulés sont diverses : maquettes, schémas, simulations numériques, analogies, équation
- **Des sorties sur des lieux ressources ou des rencontres avec des personnes ressources** : sortir du cadre scolaire et de s'informer auprès d'experts ou sur des lieux garantit une rencontre avec le thème étudié. Ces situations peuvent être plus ou moins didactisées, préparée ou exploitées.
- **Des observations à l'œil nu ou avec instruments d'observation ou de mesures** : elles sont généralement accompagnées de dessins d'observation plus ou moins normés (selon le niveau de la classe et la discipline)



- **Des expérimentations** : Selon les classes, les protocoles et compte-rendu d'expériences sont plus ou moins guidés.

Les trois derniers types d'investigation ci-dessus sont les plus enclins à mettre les élèves au contact du réel.

### **2.1.3. Comment rendre les questions productives, propices aux investigations ?**

*“Education begins with the curiosity of the learner”* (John Dewey)

Les enseignants sont souvent confrontés à de nombreuses questions difficiles posées par les élèves. Ils se sentent ainsi parfois incapables de répondre à l'ensemble des questions posées. Une stratégie que les enseignants peuvent utiliser afin de gérer ce type de questions consiste à tenter de « transformer » les questions des élèves en question pouvant être réglées par l'investigation. Les enseignants peuvent adopter l'approche du « faire davantage pour comprendre davantage ». Cela signifie que l'enseignant peut utiliser la question initiale et la transformer en activité pratique permettant aux élèves d'explorer et d'enquêter, afin d'encourager la réflexion et la résolution de problèmes et de faciliter leur compréhension (Jelly, 2001).

Une approche associée à la question est la méthode socratique relative au questionnement (Paul & Elder, 2008). Cette méthode est basée sur une forme d'investigation qui encourage les discussions ouvertes, permettant ainsi de comparer et d'exposer les différences entre deux points de vue. L'enseignant peut poser des questions qui encouragent la réflexion afin de stimuler des pensées originales chez les élèves. Ce questionnement fréquent permet ainsi d'aider les élèves à mieux maîtriser l'investigation. Les questions ouvertes encouragent les discussions et génèrent de nouvelles questions auprès des élèves (Gallas, 1995). Les enseignants doivent poser des questions ouvertes et donner aux élèves l'opportunité de poser leurs propres questions, en les encourageant à penser davantage à ce qu'ils font (Schwartz et al, 2009). Toutes les questions sont importantes pour apprendre, mais les questions que les élèves posent eux-mêmes sont encore plus utiles, car les enseignants peuvent se baser sur l'investigation pour répondre à leurs questions.

Les enseignants doivent être en mesure de guider les élèves afin de leur apprendre à transformer leurs questions en nouvelles questions auxquelles il est possible de répondre facilement grâce à l'investigation (Jelly, 2001; Harlen *et al.*, 2003). Cela est possible en adoptant des stratégies de questionnement ouvertes et de haut niveau. Peu importe qui génère la question et comment, il est essentiel que la question soit importante aux yeux des élèves. L'élément clé d'une question est la manière dont elle est structurée. Les questions diffèrent selon que le cadre de la question est « productif » ou « improductif ». Une bonne question pousse les élèves à réfléchir, agir et découvrir. Au contraire, les questions qui ne mènent pas à une activité et à un raisonnement sont improductives, comme lorsque les réponses sont fournies par l'enseignant ou disponibles dans des livres. De plus, les questions qui encouragent l'action sont productives car elles stimulent l'activité productive et nécessitent souvent que les élèves participent à des activités.





Les caractéristiques du questionnement productif et improductif sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : caractéristiques des deux types de questions (Jelly, 2001, p37)

Improductif	Productif
Présente la science sous la forme d'informations	Présente la science comme une façon de penser
Les réponses sont issues de sources secondaires	Les réponses sont issues d'expériences directes et requièrent une action pratique avec des matériaux
A tendance à mettre l'accent sur la réponse en tant que réalisation d'un produit fini correct (la bonne réponse)	Permet de comprendre que des réponses variées peuvent toutes être « correctes » et que la réalisation dépend de ce qui a été appris au cours du processus menant à la réponse
Une réponse adéquate est plus facilement fournie par les élèves qui savent bien s'exprimer et qui sont à l'aise et ont une facilité avec les mots	Tous les élèves sont en mesure de fournir une réponse adéquate

Le type de questions posées par les enseignants peuvent encourager la pensée scientifique chez les élèves dès leur plus jeune âge. Les élèves démontrent une meilleure compréhension scientifique lorsque les questions présentées sont productives et amènent les élèves à réfléchir et à mettre en pratique leur compréhension, plutôt que lorsqu'on leur pose des questions axées sur les connaissances (Newton, 2002). Les questions ouvertes permettent également d'animer les discussions et de générer davantage de questions chez l'élève (Gallas, 1995). Plus les élèves sont jeunes, plus l'enseignant doit miser sur l'échelonnement, car davantage de structures et d'outils sont nécessaires afin de mieux enseigner aux élèves les compétences et les processus nécessaires pour développer un questionnement efficace dans le cadre de l'investigation.

Le type de questions posées par l'enseignant sont déterminées en fonction de leur objectif. Au cours de l'investigation, Murdoch (dans la presse) indique la manière dont les questions peuvent être posées à différentes étapes de l'investigation en fonction de différents objectifs. Ces objectifs consistent à :

- **Stimuler l'intérêt/l'intrigue/la curiosité des élèves** : il s'agit de la question réelle de l'investigation, mais également des autres questions que les enseignants posent afin de stimuler l'intérêt et la curiosité associés aux phénomènes scientifiques étudiés ;
- **Vérifier la compréhension d'un ou de plusieurs concepts scientifiques** (et orienter l'enseignement) : les enseignants ont besoin d'évaluer les connaissances et la compréhension des élèves avant, pendant et après l'investigation. Ils posent donc des questions, et les réponses permettent d'en apprendre davantage. L'évaluation dans un tel contexte n'est pas uniquement effectuée pour déterminer ce que les élèves ont appris, mais surtout pour orienter la suite de l'apprentissage ;
- **Aider les élèves à « aller plus loin » et à approfondir une idée** : les questions permettent aux enseignants d'inviter les élèves à réfléchir à leurs observations, de les motiver à enquêter davantage, d'étudier les phénomènes scientifiques concernés de manière plus approfondie. Cette forme d'échelonnement soutient donc l'investigation qui permet d'en apprendre davantage sur le phénomène étudié et son application dans différentes situations ;



- **Aider les élèves à penser de manière critique** : les élèves vérifient leurs preuves et les utilisent pour tirer leurs conclusions concernant la question de l'investigation, et l'enseignant encourage la réflexion en invitant les élèves à réviser leurs preuves et leurs implications ;
- **Encourager la pensée créative divergente** : les enseignants utilisent souvent des questions pour inviter les élèves à aller au-delà d'une réflexion sommaire et à être créatif dans la manière dont ils abordent des problèmes et interprètent leurs résultats ;
- **Aider les élèves à associer plusieurs idées entre elles et à établir des types/rerelations** : les questions des enseignants peuvent aider les élèves à mieux comprendre le défi qui consiste à donner un sens aux preuves réunies. Les questions aident les élèves à organiser les informations disponibles et à tirer des conclusions ;
- **Échelonner la planification ou la résolution de problèmes des élèves** : les enseignants peuvent soutenir le processus de réflexion des élèves qui ont du mal à développer leurs hypothèses et trouver des moyens de les tester en posant des questions qui aident les élèves à comprendre certaines choses par eux-mêmes ;
- **Encourager la réflexion et pousser les élèves à évaluer et à s'auto-évaluer** : les enseignants posent des questions qui invitent les élèves à vérifier et à réfléchir à ce qu'ils font, pourquoi, ce qu'ils peuvent déduire... Et ce, qu'il s'agisse de leurs propres idées, d'hypothèses, de résultats obtenus ou encore de l'évaluation de leurs preuves afin de déterminer dans quelle mesure elles répondent à la question de l'investigation.

Les enseignants ne doivent donc pas uniquement développer leurs compétences de questionnement, mais également savoir quelle question poser à telle ou telle étape afin d'échelonner le raisonnement et la réflexion nécessaires dans le cadre de l'investigation. Les enseignants peuvent développer ces compétences de questionnement avec l'expérience, en remettant en question et en réfléchissant eux-mêmes à leur technique de questionnement.

#### **2.1.4. Quel type de travail de groupe utilise-t-on dans l'enseignement par investigations ?**

Le travail de groupe est une caractéristique essentielle de la démarche d'investigation, car il fournit un contexte qui permet l'apprentissage par la construction sociale. Les élèves qui mènent leurs investigations travaillent ensemble pour proposer des idées ; ils discutent de ce qu'ils comprennent et observent ; formalisent dans leur langage leur pensée et la confrontent à celle des pairs.

Les élèves développent des compétences sociales nécessaires en interagissant avec le milieu didactique, leurs pairs et l'enseignant. En participant au travail de groupe ils développent leurs connaissances et leur compréhension de la science de manière efficace et durable. Il n'est pas évident pour les élèves qui travaillent ensemble d'amorcer des échanges verbaux et des discussions efficaces de manière spontanée sans les indications et le soutien de l'enseignant (King, 2008). Les élèves ont également du mal à s'impliquer dans la construction de la connaissance lorsqu'ils travaillent en groupe. Il semble que les élèves ne participent pas à des discussions de haut niveau à moins qu'ils doivent explicitement le faire (Gillies, 2013), mais ont besoin d'être formés directement pour formuler des arguments et des contre-arguments (Ross, 2008).

Les résultats de l'interaction entre les élèves par la socialisation sont limités par de nombreux facteurs, notamment les individus et les circonstances situationnelles. Cela signifie que la socialisation et le développement de compétences sociales dépendent des caractéristiques de la personnalité de chaque élève, ainsi que du cadre dans



lequel l'interaction a lieu (Hartup, 1999). Les élèves doivent évoluer socialement s'ils souhaitent participer à des travaux de groupes pertinents et efficaces au cours de l'investigation. Ils ont besoin de développer des compétences sociales :

- **À l'échelle individuelle** afin d'être en mesure d'exprimer leurs idées et de bien articuler leur raisonnement, leur permettant ainsi de participer activement à l'investigation et de contribuer à la construction sociale de la connaissance en tant que membre d'un groupe qui travaille ensemble ;
- **Au cours des interactions sociales avec leurs pairs** : au cours des travaux de groupe, les élèves doivent collaborer et travailler ensemble en petits groupes de 4 ou 5 élèves afin de poser des questions et élaborer des hypothèses, définir la méthode de leur investigation, recueillir des données par des observations et des mesures, et discuter de leurs preuves afin de tirer des conclusions. Travailler en groupe nécessite que les élèves adoptent différents rôles, écoutent les contributions de chacun en faisant preuve d'assimilation et de tolérance, tirent des conclusions communes par le biais de consensus. Ils doivent savoir comment formuler des arguments en se basant sur leurs preuves (observations) et proposer des contre-arguments de manière positive et productive.
- **Et un bon rapport avec l'enseignant** : les enseignants jouent un rôle essentiel dans le cadre de l'investigation (Lui et al. 2010). Le rôle de l'enseignant s'apparente à celui d'un investigateur modèle qui échelonne l'apprentissage des élèves par l'intermédiaire de questions et de commentaires visant à encourager la réflexion des élèves. Ces derniers ont besoin de développer des compétences sociales qui leur permettent, à eux et à leur groupe, de discuter avec l'enseignant présent pour les soutenir au cours de l'investigation.

Un certain nombre d'aspects doivent être pris en compte afin d'organiser une investigation à l'aide de travaux de groupe :

- Tout le monde doit participer. Personne ne doit résoudre l'investigation seul, et le travail s'effectue avec 3 ou 4 pairs. Chaque membre du groupe doit apporter quelque chose, car la participation de chacun est précieuse. Les élèves adoptent parfois différents rôles afin de mener l'activité à bien. Il est donc important d'encourager les élèves à attribuer différents rôles dans le groupe, à définir des règles comportementales et à encourager un vrai dialogue ;
- Tout le monde doit faire preuve de respect. Il est normal que les élèves aient des opinions et des idées différentes au cours d'une séance basée sur l'investigation. Les élèves doivent apprendre à être en désaccord les uns avec les autres de manière respectueuse et à se concentrer sur l'idée débattue plutôt que sur des élèves particuliers qui ont présenté des contributions spécifiques. Les enseignants doivent donc aider les élèves à apprendre à accepter les désaccords et leur montrer que les désaccords stimulent la réflexion et la compréhension, tant que les commentaires sont considérés comme des contributions au lieu de critiques ;
- Tout le monde se concentre sur la tâche. Aucun élève ne doit être impliqué dans une autre activité lors d'une leçon basée sur l'investigation. Il est important que l'ensemble du groupe se concentre sur la résolution de la tâche en question. Cela permet d'assurer un travail de groupe de qualité au cours duquel les élèves posent des questions, effectuent des tests et tentent de comprendre un phénomène étudié ensemble ;
- Une seule personne s'exprime à la fois. C'est seulement de cette façon que les élèves sont en mesure d'écouter et de comprendre ce que leurs pairs ont à dire. Il est bénéfique de décider d'une procédure de partage en groupe en tant que classe, afin de permettre à tout le monde de pouvoir s'exprimer et se faire entendre ;



- Soyez courtois - encouragez ! Le travail en groupe est parfois frustrant en cas de désaccords ou lorsque les élèves abandonnent l'apprentissage à cause de difficultés émotionnelles avec certains membres du groupe. Il est donc essentiel de maintenir un environnement de travail positif au cours des travaux de groupe. Il faut du temps et de la pratique pour aider les élèves à apprendre à travailler ensemble, mais c'est possible avec un peu de persévérance et de soutien.

Prendre le temps d'enseigner aux élèves comment travailler en groupe assure un apprentissage basé sur l'investigation efficace. Les dynamiques de l'apprentissage en groupe sont essentielles pour encourager la construction sociale des savoirs.

## 2.2. Aspects langagiers

### 2.2.1. Quel est le rôle du langage dans les apprentissages ?

Le langage est essentiel dans le cadre de la conceptualisation. Selon Bruner, l'esprit crée à partir de l'expérience « des systèmes de codification génériques qui nous permettent d'aller au-delà des données et de définir de nouvelles prédictions potentiellement fructueuses » (Bruner, 1957). Les élèves doivent donc, en grandissant, apprendre à maîtriser une méthode pour représenter les « régularités récurrentes » de leur environnement et, toujours d'après Bruner (1966), peuvent le faire par l'intermédiaire de trois systèmes de représentation :

- **La représentation éactive** (basée sur l'action) : la réalité est codifiée par l'action. Au cours de la vie adulte, nous développons une représentation associée à l'exécution de toutes les activités que nous apprenons en les effectuant, mais qui ne sont pas représentées par le langage (comme faire du vélo par exemple) ;
- **La représentation iconique** (basée sur l'image) : la réalité est codifiée par des images pouvant être visuelles, auditives, olfactives, tactiles. L'image permet de se souvenir mentalement d'une réalité absente, sans pouvoir la décrire verbalement ;
- **La représentation symbolique** (basée sur le langage) : la réalité est codifiée par l'intermédiaire du langage et d'autres signes et symboles conventionnels (langages, systèmes numériques, notations musicales...). Le développement de la représentation symbolique nous permet de raisonner de manière abstraite et de tirer des conclusions, formuler des hypothèses et élaborer des systèmes de catégories.

Il n'existe pas de hiérarchie entre ces trois systèmes de représentation liés et interdépendants. Cependant, les capacités associées au niveau symbolique présupposent celles des niveaux éactif et iconique. La conceptualisation est donc uniquement possible en traduisant ce que l'on observe, perçoit et pense par l'intermédiaire du langage. C'est pourquoi le langage est d'une importance capitale dans le cadre de l'investigation. Il permet de transformer des mots que les enfants connaissent spontanément, surtout dans leur rôle indicatif, en concepts qu'ils invoquent, permettant ainsi d'ouvrir le champ du langage scientifique sous ses formes sémantiques et syntaxiques.

D'un point de vue didactique, tous les systèmes de représentation sont des étapes importantes permettant de révéler la manière dont les enfants perçoivent le monde autour d'eux (le dessin est par exemple considéré comme l'un des



« cent langages » employés par les enfants pour s'exprimer et communiquer entre eux (Edwards, Gandini & Forman, 1993).

### 2.2.2. Le langage lors des investigations

La question du langage, ou plutôt des langages, pratiqué par les élèves et le professeur est un élément central d'une démarche d'enseignement des sciences ou des mathématiques basé sur l'investigation. En effet, cette démarche est loin de se limiter aux questions de manipulations effectives de matériel, d'observations ou d'expérimentations. Quelle que soit la définition choisie (National Research Council, 2000 ; Rocard & al., 2007, Gueudet & al, 2010a ; Linn & al, 2003) dans les travaux de recherche ou dans les curriculums scolaires, le langage intervient à chacune des étapes de la démarche :

- lors de la phase initiale de recueil des représentations des élèves ;
- lors de la phase de formulation d'hypothèses, de questions ;
- lors de la proposition d'expérience pour tester des hypothèses et la description des résultats de ces expériences pour en rendre compte ;
- lors des débats entre pairs ;
- lors de la formulation d'arguments cohérents.

Lors d'un enseignement des sciences ou des mathématiques basé sur la démarche d'investigation, les langages qui vont être « pratiqués » par l'élève sont, par nature, variés (écrits ou oraux) et les modes de représentations d'une grande diversité (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte).

Ce qui doit guider l'enseignant, tout au long d'un enseignement des sciences ou des mathématiques basé sur la démarche d'investigation, est l'objectif d'amener les élèves à comprendre progressivement ce qu'est un langage scientifique afin que ceux-ci soit capables de le comprendre et l'utiliser. Il s'agit, pour le professeur, de montrer aux élèves l'intérêt d'adopter, pour « parler science », un langage précis partagé par tous.

L'extrait ci-dessous est un exemple d'échanges entre le professeur et un élève de cinq ans pendant une activité de semis. Cette conversation est extraite du début de la séquence. Elle montre les idées premières de l'élève à propos des plantes et comment le langage est utilisé pour exprimer ces idées.

Professeur : Qu'est-ce que c'est ?  
Élève : Des graines  
Professeur : Qu'est-ce que c'est, des graines ?  
Élève : On les met dans la terre  
Tu mets de l'eau et après ça pousse  
Professeur : Et après ça pousse ?  
Élève : Tu les sèmes comme Monsieur Louis  
Professeur : Comment faut-il les semer ?  
Élève : Tu dois mettre de la terre et des graines dans un pot.  
Professeur : Montre-moi comment tu sèmes des graines !



### **2.2.3. Que trouve-t-on dans le cahier d'observations et d'expériences des élèves ?**

Le cahier d'expériences des élèves est issu de travaux de La Main à la Pâte à la fin des années 90. Il est au départ assimilé au cahier de laboratoire des scientifiques. Mais il est adapté à l'école où les élèves sont non seulement des apprentis scientifiques, mais aussi en situation d'apprendre à travailler en groupes (collaborations) et d'acquérir différentes formes de langagières : l'écriture dans leur langue maternelle, mais aussi des formes de langages propres aux sciences (listes, tableaux, graphiques, comptes rendus, schémas, dessins d'observations).

Le cahier, avec les écrits qui y sont produits, est utilisé à différents moments des situations didactiques. Ces derniers sont non seulement la synthèse des connaissances acquises, mais aussi les protocoles mis en place pour répondre aux questions de départ, et des traces de l'ensemble des activités de l'élève. Dès la situation de départ, le professeur invite les élèves à dessiner ou à rédiger ce qu'ils savent sur le sujet traité. Ces écrits personnels peuvent être comparés pour faire émerger des questions. Lors des investigations, différents types de représentations sont sollicitées par le professeur, pour rendre compte des hypothèses, des observations, des mesures, des résultats. Enfin, les écrits des élèves sont les points de départ des synthèses produites collectivement. L'utilisation régulière du cahier, au fil des investigations, fait entrer l'élève dans un processus de compréhension du rôle de mémoire de l'écrit.

#### **Des écrits intermédiaires**

Les écrits sont sollicités par le professeur puis exploités de différentes façons. Ce sont des écrits intermédiaires. Ce sont quelquefois des brouillons, des écrits amenés à être recopiés après une correction. Mais pas seulement.

Les propositions des élèves et leur comparaison permettent d'engager une réflexion commune sur les représentations les plus adaptées, et de construire ou d'introduire des modes de représentations socialement et scientifiquement reconnus. C'est dans les interactions générées par la mise en question des choix de contenus et des choix de formes des traces écrites que les élèves se construisent une culture de l'écrit scientifique et des savoirs associés. La lecture des manuels ou des documents scientifiques donnent aux élèves une forme de familiarité avec la culture scientifique. Le passage à la production d'écrits de plus en plus scientifiques complète leur familiarité avec les pratiques scientifiques.

Ce sont aussi quelquefois des écrits préparatoires à des échanges oraux. On observe alors une meilleure confiance des élèves à prendre la parole. La qualité des échanges est supérieure, ce qui génère une meilleure écoute. Les élèves se coupent moins souvent la parole, assurés de retrouver ce qu'ils ont à dire, puisque c'est écrit. On constate aussi des prises de notes plus nombreuses quand les élèves sont séduits par les idées des pairs ou que le professeur inscrit au tableau des mots clés apportés par les élèves.

#### **Des écrits personnels de l'élève**



Selon le choix du professeur, le même cahier rassemble, ou pas, des écrits personnels des élèves (non validés), et les écrits validés. Pour cela, il est important que le statut des différents écrits (personnels, validés, documents...) soit clairement identifié : encres de couleurs différentes, supports différenciés, pictogramme ou formule introductive, note aux parents, etc.

Ce cahier est avant tout un lieu de production et non pas un lieu de reproduction ou de copie. L'élève y exprime sa compréhension des situations vécues et observées. Il construit un savoir à son niveau (un savoir qu'il doit avoir l'occasion de confronter à celui de ses pairs, et aux savoirs validés par le professeur). En ce sens, le cahier d'observation et d'expériences est un outil de différenciation positive. L'investissement des élèves est favorisé par leur possibilité d'y écrire leur compréhension de la situation vécue.

L'élève y réalise un réel travail de mise en page, de mise en forme, de mise en mots de ce qu'il observe et des questions qu'il se pose. Au moment où il produit un écrit, l'élève doit faire des choix de mots, de syntaxe, de tracés. Bautier parle de recherche d'adéquation entre la formulation et la perception de ce dont on parle.

L'enseignant doit préparer des situations, des activités où l'enfant construit avec le langage, va plus loin, apprend. C'est à partir de là que l'enfant apprend la langue puisqu'il va être obligé de rechercher des mots et la syntaxe qui lui seront nécessaires pour expliquer, dire une situation particulière, nouvelle. Les situations d'oral ne peuvent pas être limitées à celles qui apprennent aux élèves à prendre la parole, qui leur donnent des règles d'échanges verbaux, des règles de socialisation (2001).



Figure 3: Dessin de Malou, 5 ans

Le cahier est composé d'écrits ponctuels, étapes dans la construction de l'élève. Il convient alors de lire les différents écrits en les comparant aux productions antérieures et postérieures de l'élève. L'exemple des bonshommes que les élèves de maternelle dessinent régulièrement est un bel exemple de cette lecture bienveillante des écrits intermédiaires. On ne corrige pas le bonhomme patate parce qu'il lui manque un cou. Il est simplement le représentant d'un processus d'apprentissage de leur schéma corporel. Les apprentissages se jouent lors des différentes situations didactiques mises en œuvre par le professeur (manipulation de pantins articulés, observation d'animaux, travail corporel de motricité, lecture d'albums...). Les représentations graphiques reflètent les étapes du processus d'apprentissage. « L'esprit scientifique est essentiellement une rectification du savoir, un élargissement des cadres de la connaissance. Il juge son passé historique en le condamnant. (...) L'essence même de la réflexion,



c'est de comprendre qu'on n'avait pas compris. » (Bachelard, 1934, p. 131) L'élève est satisfait d'être capable d'analyser ses erreurs passées et, partant, de constater ses progrès.

Les pages ou extraits d'écrits personnels des élèves contiennent donc des erreurs notionnelles et langagières. Ce cahier reflète le processus d'apprentissage de l'élève. L'erreur y est permise. « L'erreur est un témoin qui permet de repérer les difficultés auxquelles se heurte le processus d'apprentissage, c'est autour de sa transformation que se situe l'essentiel du travail didactique » (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel, & Toussaint, 1997).

## 2.3. Ressources

### 2.3.1. Quelles ressources peuvent aider les apprentissages ?

Maaß et Artigue (2013) soulignent, dans leur article, que proposer des ressources aux enseignants est un levier important pour favoriser l'implémentation à grande échelle d'un enseignement des sciences et des mathématiques basé sur la démarche d'investigation. Cependant, Gueudet, Pepin et Trouche (2012) ont montré qu'une ressource, quelle que soit sa qualité, ne peut être appréhendée de façon isolée. Il s'agit de comprendre comment une ressource proposée à un enseignant va pouvoir être mise en relation avec les autres ressources utilisées cet enseignant, dans un processus de développement de ressources. Il semble donc important de pouvoir proposer aux enseignants des ressources de bonne qualité scientifique qui puissent être adaptées par les enseignants à leur contexte d'exercice. Ceci peut par exemple être fait en indiquant des choix alternatifs possibles dans des descriptions de séquence. Accompagner la diffusion de ressources par une formation professionnelle permettant aux enseignants de se les approprier, de les tester en classe et d'en faire un retour est également un levier permettant une diffusion et une utilisation plus efficace des ressources.

Nous souhaitons maintenant centrer notre propos sur un type de ressources spécifique : les TICE. De nos jours, l'enseignement des sciences et des mathématiques ne peut s'envisager sans l'utilisation des nouvelles technologies. Gueudet et al. (2010b) ont conçu une grille d'analyse du potentiel des ressources TICE pour favoriser une démarche d'investigation. Cette grille possède deux versions : une version pour analyser les ressources à destination des élèves ainsi qu'une version pour analyser les ressources à destination des professeurs. Il nous semble important de fournir de tels outils aux enseignants pour qu'ils puissent choisir, parmi la profusion de ressources que l'on peut maintenant trouver en ligne, celles qui seront le mieux adapté à leurs attentes.

Table 3. Detailed criteria for the analysis of an IBST-oriented on line resource for students (Gueudet et al., 2010b)

<b>C1 Potential for IBST, scientific aspects</b>	Coherence with the official curriculum	
	Clarity of the objectives, and adequacy of the tasks	Enrolment in tasks
	Providing access to a rich scientific content	Diversity of representations
		Research results





	Articulation of empirical evidence and concepts	“Hands-on” activities
		Searching for information
		Introduction to scientific language
		Epistemic value of the proposed situations
	Relation to authentic scientific practices	Opportunity to approach authentic scientific practices
<b>C2 Potential for IBST, scaffolding aspects</b>	Conceptual scaffolds	
	Strategic scaffolds	
	Procedural scaffolds	
	Metacognitive scaffolds	
	Argumentation scaffolds	Asynchronous on line forum and “talking science” activities
<b>C3 Customization</b>	Possibility to select a individualized learning path	
	Possibility to get personalized feedback	
	Possibility to customize the resource according to one's disability	
<b>C4 Ergonomy</b>	Location of the webpage	
	Quantity of information	
	Downloading possibilities	Articulation of the paper and pencil work and of the work on the computer
<b>C5 Choice of media</b>	Data collectors or data analysis tools	
	Simulation tools	
	Web links	
	Videos of scientific experiments	
	On line assessment tools	
<b>C6 Possible involvement of the users in the resource design</b>	Integration of contents designed by users	
<b>C7 Possibilities of collective work for teachers offered by the resource</b>	Technical features	
	Composition of groups of students	
	Methodological elements	
	Argumentation scaffolds (C2)	

Table 4. Detailed criteria for the analysis of an IBST-oriented on line resource for teachers (Gueudet et al., 2010b)

<b>C1 Potential for IBST, scientific aspects</b>	Coherence with the official curriculum	
	Clarity of the objectives, and adequacy of the tasks	



	Providing access to a rich scientific content	Bibliographical sources Specifically written texts
	Articulation of empirical evidence and concepts	“Hands-on” activities
		Searching for information
		Introduction to scientific language Epistemic value of the proposed situations
	Relation to authentic scientific practices	
<b>C2 Potential for IBST, scaffolding aspects</b>	Students' scaffolding	See detailed criteria in table 3
	A priori analysis of the activity proposed	Analysis of the knowledge at stakes
		Information about possible students procedures
		Information about possible students difficulties
	Introduction of the lesson by the teacher	
	Helping the students in the inquiry process	Form of help: see detailed criteria in table 3
		Level of help preserving inquiry
	Use of the students' productions by the teacher	
Design of the assessment	Proposition of assessment	
	Link with inquiry aspects	
<b>C3 Customization</b>	Possibility to inscribe students	
	Possibility to select specific parts of the resource for specific students	
	Possibility to access to a record of students scientific productions	
	Proposition of help for students with specific difficulties	
<b>C4 Ergonomy</b>	Location of the webpage	
	Quantity of information	
	Downloading possibilities	
<b>C5 Choice of media</b>	Data collectors or data analysis tools	
	Simulation tools	
	Web links	
	Videos of scientific experiments	
	On line assessment tools	
	Classroom videos	
<b>C6 Possible involvement of the users in the resource design</b>	Possibility to formulate an opinion	
	Integration of contents designed by users	



<b>C7 Possibilities of collective work for teachers offered by the resource</b>	Technical features	
	Methodological elements	

Nous reprenons par ailleurs la conclusion de la revue de littérature « Technologies, resources, and inquiry-based science teaching » de Gueudet et al (2010a) car celle-ci met en avant deux points incontournables que devraient vérifier toute bonne ressource « technologique » visant à promouvoir la démarche d’investigation :

*“A resource proposing scientific content can always be used in class on several manners, of unequal efficiency. In particular, students can work with digital resources without writing a single word on a paper. Language has a specific importance in IBST; within language, written language plays a specific role, for the organization of ideas, the preparation of a structured argumentation etc. Thus scenarios for class use should be proposed alongside resources, and these scenarios should include written work, articulated with the work on the computer.*

*Another central aspect concerns the evolution of the design modes, together with the evolution of the technological possibilities. Designing high-quality resources is an important issue; but ensuring that these resources will be used in class is important as well. The resources elaborated by teachers often miss the epistemological and didactical quality of the resources elaborated by educational researchers; but some of these are widely used in class. It seems thus crucial to associate teachers and researchers in the design process; more generally, to associate users to a continuous design, in a design-in-use perspective (Rabardel & Bourmaud, 2003).” (Gueudet et al. 2010A, p.24)*

Par exemple, la première version du logiciel « Train Des Lapins » (noté TDL) a été conçue en s’appuyant sur des résultats de recherche s’intéressant à la manière de favoriser l’usage des TICE par les enseignants (Ruthven, 2012 ; Bueno-Ravel & Gueudet, 2009 ; Poisard, Bueno-Ravel & Gueudet, 2011) :

- Pour que les enseignants d’école primaire utilisent des logiciels, il est nécessaire d’articuler ceux-ci avec du matériel manipulable et des situations connues. Dans le cas du Train Des Lapins, le matériel tangible utilisé en parallèle du logiciel reprend le design du logiciel. Par ailleurs, le logiciel TDL est une version informatisée d’une situation connue pour l’enseignement du nombre comme mémoire de la position.
- L’usage d’un logiciel est favorisé si celui-ci permet la différenciation des parcours des élèves en fonction de leurs connaissances et si les enseignants peuvent avoir accès aux résultats des élèves. Le logiciel TDL a un écran spécifique pour l’enseignant. Sur cet écran, celui-ci peut définir la valeur de certains paramètres (nombre de wagons, position des lapins dans le train, nombre de lapins, etc.) en fonction du niveau des élèves. Les résultats des élèves ne sont pas enregistrés en ligne mais l’enseignant peut les voir de façon simplifiée et rapide quand le tableau des scores de l’élève s’affiche sur l’écran de l’ordinateur.
- Un logiciel doit permettre aux élèves de faire de nombreux essais et prendre en charge la validation de leurs réponses afin de leur permettre de travailler en autonomie. La situation du Train des Lapins est une situation un peu complexe à mettre en œuvre avec du matériel manipulable et quand celui-ci est utilisé, les élèves ne font généralement pas plus de trois fois la tâche demandée (nécessité pour l’enseignant de récupérer les lapins sur les deux trains entre chaque essai, de placer un nouveau lapin dans le train modèle et éloigner le train de travail, et ce, pour chaque groupe d’élèves). Le logiciel TDL permet d’éviter cette difficulté, notamment lors des temps d’entraînement, les élèves étant mis en situation de réaliser plusieurs



fois la tâche demandée. Par ailleurs, l'apparition du tableau des scores après chaque essai et l'obligation d'avoir à renseigner ce tableau avant de pouvoir continuer permet à l'élève de travailler en autonomie et s'auto-valider tout en permettant à l'enseignant d'être davantage disponible pour les élèves ayant le plus besoin de lui.

Enfin, l'usage d'un logiciel sera d'autant plus facilité que celui-ci peut être utilisé dans des conditions réelles de classe, à savoir avec un équipement informatique parfois peu performant et des problèmes de connexion à internet. Ceci est le cas pour le logiciel TDL qui est utilisable hors ligne et qui a été testé dans des classes disposant uniquement d'un ordinateur.

Le logiciel Train des Lapins a par ailleurs été conçu dans le cadre d'un processus itératif de conception dans un groupe de recherche de l'ESPE de Bretagne associant chercheurs, formateurs et enseignants. Dans le cadre de ce processus itératif, des fonctionnalités, comme le bouton « gros yeux » ont été ajoutées au logiciel suite à la demande des enseignants l'ayant testé (Besnier & Bueno-Ravel, 2014).

### **2.3.2. Pourquoi avons-nous inclus la robotique dans le projet TEST ?**

Selon Piaget, les enfants ne sont pas des « *vaisseaux vides* » à remplir de connaissances. Ce sont des « *constructeurs actifs* » de connaissances, de petits scientifiques qui inventent, réinventent et testent leurs propres théories du monde. « La connaissance est un processus de construction continue » (Piaget, 1971). Papert ajoute que « *chaque construction mentale est mieux exécutée lorsqu'elle est soutenue par la construction d'une chose plus concrète, matérielle, un objet qui peut être montré, touché, discuté, examiné, exploré, apprécié. Il est là et existe : effectuer quelque chose de manière concrète représente le processus d'apprentissage le plus adapté et le plus puissant* ». Ces concepts fondamentaux sont appliqués dans le cadre d'une approche basée sur l'investigation scientifique.

La robotique à l'école permet de transformer des concepts en vrais problèmes à régler. Elle donne aux élèves des *feedbacks* et entraîne à une méthodologie scientifique. Étudier et utiliser la robotique à l'école est important pour apprendre à construire et à utiliser des robots, mais pas seulement. Elle permet surtout d'apprendre des processus intrinsèques de raisonnement et d'expérimentation, en encourageant et en développant des aptitudes créatives. Elle fournit un point de vue nouveau, un support, même pour des disciplines comme les mathématiques. La robotique suscite l'intérêt des élèves et les besoins de communiquer, de coopérer et de travailler en groupe. Elle les initie aux concepts et aux méthodes de résolution de problèmes et d'apprentissage en faisant. Ces principes du monde construit par l'homme sont communs à l'enseignement des sciences de la nature basé sur l'investigation.

### **2.3.3. Comment consolider les apprentissages en appliquant les nouvelles connaissances dans différents contextes ?**

Pour favoriser l'apprentissage des élèves, même dans le cadre d'un enseignement des sciences et des mathématiques basé sur une démarche d'investigation, l'entraînement et le réinvestissement des connaissances



construites par les élèves n'est pas à négliger. Sans avoir la possibilité de pratiquer et d'appliquer les nouveaux savoirs dans des contextes variés, la compréhension et l'intégration des connaissances ne sont pas durables (Scott, n.d.).

Encore trop peu de ressources à destination des enseignants, en dehors des manuels scolaires, proposent des contenus d'entraînement et de réinvestissement. Ceci est sans doute lié au fait que dans des séquences mettant en avant une démarche d'investigation pour l'enseignement des sciences ou des mathématiques, différents types de connaissances sont construits :

- des connaissances sur les contenus spécifiques disciplinaires
- des connaissances sur la démarche d'investigation

Entraîner et réinvestir des connaissances disciplinaires spécifiques peut se faire de façon assez classique en proposant aux élèves des exercices et des problèmes plus ou moins complexes sur les contenus scientifiques abordés lors de la séquence. Entraîner et réinvestir des connaissances sur la démarche d'investigation pose la question du transfert, pour les élèves, de cette démarche d'une séquence à l'autre, d'un thème à l'autre, voire d'une discipline à une autre. Les enseignants doivent être attentifs à mettre en évidence, pour les élèves, les éléments essentiels d'une démarche d'investigation (indicateurs de réussite) pour que ceux-ci puissent les utiliser en dehors d'une séquence bien spécifique.

#### **2.4. L'évaluation comme une pratique aux enjeux d'apprentissage**

Nous abordons ici l'évaluation des compétences des élèves lors d'un enseignement des sciences et des mathématiques basé sur une démarche d'investigation. Nous nous intéressons à l'évaluation dans sa dimension didactique, au service de la réussite des élèves. Différents types d'évaluations sont communément caractérisés en fonction du moment où ils sont proposés, mais aussi à la nature des tâches, aux formes langagières employées, ou encore au contrat didactique qui leur est associé. Les épisodes évaluatifs peuvent être qualifiés de *diagnostiques*, *formatifs* ou *sommatifs*.

##### **Plusieurs types de savoirs à évaluer :**

- des savoirs sur les contenus spécifiques de la séquence ;
- des savoirs sur les langages à utiliser (lexique et modes de représentations spécifiques...) ;
- des savoirs sur la démarche d'investigation, les processus ;
- des savoirs comportementaux individuels ou de travail en groupe.

Pour évaluer ces savoirs (savoir-être, savoir-faire), il est possible d'envisager une *évaluation formative (formative assessment)* tout au long de la (ou des) séquence(s). Certains savoirs correspondent à des notions spécifiques à la séquence, d'autres sont construits sur le long terme (savoir-être et sur les savoir-faire). Il semble intéressant de construire et d'explicitier, avec les élèves, les *critères d'évaluation* associés aux *indicateurs de réussite* pris en compte par le professeur (ou les élèves et le professeur) en fin de parcours (*summative assessment*). Ainsi les



élèves, de manière individuelle ou entre pairs, s'impliquent parallèlement dans le processus d'apprentissage et dans le processus d'évaluation.

*L'évaluation sommative* se base sur les compétences décrites dans les curriculums de chaque pays. Elle s'appuie aussi, le cas échéant, sur les compétences attendues dans le cadre d'un examen ou d'un concours.

La conception des évaluations peut d'ailleurs être interne ou externe. Les évaluations *internes* se réfèrent aux savoirs travaillés avec les élèves pendant les situations d'enseignement/apprentissage dans la classe. Les évaluations *externes* sont conçues par des spécialistes extérieurs à la classe. Elles engendrent des écarts qui ne traduisent pas toujours les enseignements/apprentissages réalisés en classe.

### **Expression de l'évaluation**

Selon les savoirs évalués et les professeurs, la conception des évaluations peut varier. Les ressources et méthodes utilisées, les documents évaluatifs produits influent sur les résultats d'évaluation.

La connaissance des compétences déjà atteintes et les conseils du professeur pour en atteindre d'autres, sont plus valorisantes et plus efficaces qu'une *note* pour impliquer l'élève dans les apprentissages et le faire progresser. Beaucoup de recherches actuelles mettent en cause les *notes chiffrées* (Merle, 2014). La recherche montre que le jugement personnel du professeur a une forte influence sur cette note.

L'approche didactique de l'évaluation doit être dissociée de l'utilisation de notes.

## **2.5. Conclusion**

Cette seconde partie a abordé différentes modalités de la mise en œuvre d'un enseignement fondé sur l'investigation. Elle a explicité la démarche et ses fondements. Des focus ont été développés sur les aspects langagiers, les ressources et l'évaluation formative au service des apprentissages.

### **Références bibliographiques**

Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences : Repères, définitions, bibliographies*. Paris : De Boeck.

Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : PUF.

Bautier, E. (2001). *Lire et écrire pour penser et apprendre*. Communication présentée au Séminaire « Regroupement des acteurs des classes relais », Eduscol. Repéré à <http://eduscol.education.fr/cid46027/lire-et-ecrire-pour-penser-et-apprendre.html>

Bell, R.L., Smetana L., Binns I. (2005). Simplifying inquiry instruction, *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.

Besnier, S. & Bueno-Ravel, L. (2014). Usage des technologies en mathématiques à l'école maternelle : le travail documentaire des enseignants, *ReSMICTE Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 8(1), 63-80.



- Bruner, J. S. (1957). *Going beyond the information given*. in Gulber H. *et al.*(eds.) Contemporary approaches in cognition. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2009). Online resources in mathematics: teachers' geneses and didactical techniques. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(1), 1-20.
- Edwards, C. Gandini, L & Forman G. (eds). (1993). *The hundred languages of children: the Reggio Emilia approach to early childhood education*. Norwood, New York: Ablex Pub. Corp.
- Gallas, K. (1995). *Talking their way into science: Hearing students's questions and Theories, responding with curricula*. New York: Teachers College Press
- Gillies, M. (2013). Productive academic talk during Inquiry-based science. *An International Journal*. Vol. 8, Issue 2, 126-142.
- Gueudet, G., Bueno-Ravel, L., Ferrière, H., Forest, D., Kuster, Y., Laubé, S. & Sensevy, G., (2010a). *Technologies, resources, and Inquiry-based science teaching. A literature review*. Deliverable 5.1, Mind the Gap FP7 project 217725, 28p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01151156/>
- Gueudet, G., Bueno-Ravel, L., Forest, D. & Sensevy, G., (2010b). *Guidelines for design of online resources for Inquiry-based science teaching*. Deliverable 5.2, Mind the Gap FP7 project 217725, 28p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00734199>
- Gueudet, G., Pepin, B. & Trouche, L. (Eds.). (2012). *From texts to 'lived' resources*. New-York: Springer
- Harlen, W., Macro, C., Reed, K., & Schilling, M. (2003). *Making Progress in Primary Science*. New York, Routledge Press.
- Hartup, W. W. (1999, January). *Constraints on peer socialization: Let me count the ways*. Merrill- Palmer Quarterly, 45, 172-183.
- Herron, M.D., (1971). *The nature of scientific inquiry*. School Review,79, 171-212.
- Jelly, S. J. (2001) *Helping students raise questions – and answering them*, in W. Harlen (ed.) Primary Science: Taking the Plunge, 2nd edn, Portsmouth, NHeinemann
- King, A. (2008). Structuring peer interactions to promote higher-order thinking and complex learning in cooperating groups. In R. Gillies, A. Ashman, & J. Terwel (Eds.), *The teacher's role in implementing cooperative learning in the classroom* (pp. 73–92). New York, NY: Springer
- Linn, M. C., Clark, D., Slotta, J. D. (2003). *WISE design for knowledge integration*. *Science education*, 87, 517-538.
- Liu, O. L., Lee, H.-S. and Linn, M. C. (2010), An investigation of teacher impact on student inquiry science performance using a hierarchical linear model. *J. Res. Sci. Teach.*, 47: 807–819.
- Maaß, K & Artigue (2013). Implementation of Inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM Mathematics Education*, 45, 779-795
- Merle, P. (2014). Faut-il en finir avec les notes ? *La Vie des idées*. Repéré à <http://www.laviedesidees.fr/Faut-il-en-finir-avec-les-notes.html>



- Murdoch, K. (in press). *Teaching in the spirit of inquiry*. <http://www.learningnetwork.ac.nz/shared/professionalReading/KMWS62012.pdf> accessed 04/04/2018.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Newton, L.D. (2002). Questions That Help Students Understand Elementary Science. *Investigating* 18(2): 6-9
- Paul R, Elder L. (2008). Critical thinking: the art of Socratic questioning, part III. *J Dev Educ.* 31(3):34–35.
- Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). Comprendre l'intégration de ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(2), 151-189.
- Rabardel, P. and Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system: a developmental perspective', in P. Rabardel and Y. Waern (eds.), Special Issue "From Computer Artifact to Mediated Activity", Part 1: Organisational Issues, Interacting With Computers, 15(5), 665–691
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission
- Ross, J. (2008). Explanation giving and receiving in cooperative learning groups. In R. Gillies, A. Ashman, & J. Terwel (Eds.), *The teacher's role in implementing cooperative learning in the classroom* (pp. 227–262). New York, NY: Springer.
- Ruthven, K. (2012). Constituting Digital Tools and Materials as Classroom Resources. In Gueudet, G., Pepin, B., & Trouche, L. *From Textbooks to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Documentation*, (pp.83-103), New York: Springer.
- Schwab, J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab, & P. F. Brandwein, (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1-103). New York: Simon and Schuster.
- Shwartz, Y., Weizman, A., Fortus, D., Sutherland, L., Merrit, J., & Krajcik, J. (2009) Talking Science: Classroom Discourse and Their Role in Inquiry-based Learning Environments. *The Science Teacher*, 76(5).
- Scott, C. L. (N.D.). *The Futures of Learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century?*. UNESCO Education Research and Foresight, Paris. [ERF Working Papers Series, No.1
- Sundberg, M.D., Armstrong, J.E., Dini, M.L., Wischusen, E.W. (2000). Some practical tips for instituting investigative biology laboratories. *Journal of College Science Teaching* 29(5): 353–359.





## 3. Troisième partie : implémentations du projet

---

Cette section fournit le contexte et la description du projet sur la base de laquelle les partenaires travaillent avec des tuteurs et des enseignants pour favoriser l'implémentation de la recherche scientifique. Étant donné la diversité des systèmes éducatifs dans les différents pays européens, les modalités d'accompagnement des enseignants peuvent être développées de manières différentes. Cet aspect est illustré dans les descriptions que nous fournissons.

### 3.1. Implémentation en Grèce

L'implémentation du projet en Grèce s'est axée sur le travail avec les enseignants durant les premières années. La formation s'est basée sur les idées intuitives communément diffuses relativement aux sujets abordés. Une discussion a été engagée afin de mettre en évidence la distance entre ces idées et les connaissances scientifiques, distance qui fait obstacle à la compréhension par les enfants des concepts et phénomènes principaux. Du matériel supplémentaire a été fourni afin de faciliter l'adhésion des enseignants au programme et renforcer leurs compétences pédagogiques et didactiques.

#### 3.1.1. Structure de la formation des enseignants participant à l'expérience

La formation fournie a été découpée en un certain nombre d'étapes décrites ci-dessous.

##### Étape 1 : Ensemble d'instructions.

Une brève liste d'instructions sur l'intégration de concepts et phénomènes spécifiques du monde de la nature au sein de la réalité didactique quotidienne de l'école maternelle a été présentée aux enseignants du réseau. Ces instructions comprenaient a) objectifs, b) matériel, c) exercices et interventions didactiques suggérés, d) orientations pour l'évaluation et e) conseils pédagogiques connexes. À travers la discussion et la réflexion sur les instructions fournies, les enseignants ont été encouragés à explorer et réfléchir à la manière dont les jeunes enfants construisent et développent leur pensée relativement aux concepts et phénomènes liés au monde de la nature et à remettre en question leur rôle de médiation au sein de cette procédure. Ils ont en outre été encouragés à redéfinir leurs pratiques.

##### Étape 2 : Fiches de mémorisation.

Au cours de la formation, les enseignants se sont familiarisés avec l'emploi de fiches de mémorisation permettant d'organiser et mémoriser de manière systématique leur travail en classe. Chaque fiche utilisée avait plusieurs objectifs, par exemple reporter la conception initiale des activités didactiques, restituer la réflexion effectuée sur les activités didactiques mise en place. Les fiches complétées ont été ensuite discutées par l'ensemble du réseau.



### **Étape 3 : Lecture de matériel.**

Une brève panoramique de la littérature sur la recherche liée aux concepts et phénomènes du monde de la nature a été effectuée. Les tuteurs ont présenté aux enseignants du réseau un ensemble de documents axés sur des principes et des outils méthodologiques à la fois théoriques et dynamiques dans le contexte de l'Enseignement de la Science au cours de la Petite Enfance. Les documents présentaient des résultats de type empirique sur le renforcement de la compréhension des jeunes enfants dans le domaine de la science ainsi que l'implémentation de pratiques didactiques et pédagogiques efficaces et productives. Y était également fourni un certain nombre d'informations sur la construction d'un environnement scientifique stimulant. Ce matériel a été remis aux enseignants à titre consultatif et a été discuté au sein du réseau.

### **Étape 4 : Expérimentation des éléments et du matériel à disposition.**

Au cours d'une rencontre démonstrative, les enseignants ont pu utiliser et se servir d'objets et de matériel et de les expérimenter.

#### **3.1.2. Activités suggérées au cours du programme de formation :**

**Concepts élémentaires d'astronomie dans le cadre de l'enseignement à de jeunes enfants :** quand on crée des activités didactiques relatives aux concepts élémentaires d'astronomie, on doit savoir que l'acquisition et la compréhension de la forme ou du mouvement de la terre ne peuvent pas se faire uniquement à travers l'observation directe et la construction individuelle. Chaque expérience quotidienne (par exemple la planéité apparente de la terre) peut être trompeuse. Pour les activités sur la forme de la terre et la manière dont elle apparaît à une certaine distance, des images de la terre (environ 6 ou 7) décrivant la même zone vue de différentes positions (à l'aide de Google Earth) ont été utilisées. On peut utiliser un vaisseau spatial en carton (comme une petite cabine, que l'on construit éventuellement en collaboration avec les enfants) avec une large fenêtre où les images peuvent être fixées.

Les enseignants ont commencé une discussion sur les astronautes et le voyage dans l'espace. Les enfants ont été encouragés à exprimer leurs idées sur la forme de la terre à travers l'expression orale ou le dessin. Une question qui peut surgir est : « comment sait-on que la terre ressemble à un ballon ? ». L'enseignant explique que les astronautes qui ont voyagé dans l'espace ont rapporté de nombreuses images de la terre. Il suggère donc que la classe peut accomplir un voyage imaginaire dans l'espace où les enfants jouent le rôle des astronautes. Ils se servent du vaisseau spatial en carton et simulent les astronautes préparant le décollage. Au cours du voyage, l'enseignant fixe sur la fenêtre du vaisseau chacune des images (qui passent graduellement de la perception plate de la terre à la perception sphérique) et demande aux enfants de les observer attentivement. Avant d'afficher chaque image, l'enseignant demande aux enfants d'essayer de prévoir ce qu'ils vont voir et pourquoi. Les enfants doivent mettre en relation la distance croissante avec la portion de terre visible. Pour évaluer les acquis, l'enseignant peut demander aux enfants de retrouver la bonne séquence d'images vue au cours du retour sur terre. Ils peuvent



également dessiner une image de la terre en suivant la consigne « quand vous êtes sur la terre et quand vous êtes dans un vaisseau spatial ».



Figure 1 Les enseignants peuvent trouver des idées de réalisation d'un vaisseau spatial en carton sur un site Internet (par exemple <https://www.pinterest.co.uk/jessgarbett/space/>)

Figure 1 Les enseignants peuvent trouver des idées de réalisation d'un vaisseau spatial en carton sur un site Internet (par exemple <https://www.pinterest.co.uk/jessgarbett/space/>)

Propriétés magnétiques : Cette activité est axée sur la question : l'aimantation peut-elle pénétrer à travers les objets ? Cette activité devrait permettre aux enfants de réaliser que l'aimantation peut pénétrer à travers certains objets ou bien agir à distance et résoudre des problèmes à l'aide de l'attraction magnétique.

Le matériel utilisé comprend : différents types d'aimants, un disque en plastique, des trombones, du papier et différentes couleurs en poudre.

Les enfants travaillent deux à deux pour résoudre un problème : comment faire un dessin sur le papier sans toucher les couleurs. L'enseignant donne suffisamment de temps aux enfants pour qu'ils partagent leurs idées et il observe ce qu'ils font.

Il peut éventuellement suggérer de placer le trombone sur le disque de plastique et essayer de le faire bouger à l'aide de l'aimant placé au-dessous du disque. Ensuite, les enfants placent le papier blanc sur le disque, y déposent différentes couleurs et placent le trombone sur la surface du papier blanc. En le déplaçant sous le disque de plastique, le trombone mélange les couleurs, permettant ainsi aux enfants de dessiner sur le papier sans toucher les couleurs ni le trombone. Pour vérifier les acquis, l'enseignant aide les enfants à exprimer leurs idées et propositions (par exemple à travers le dessin ou une discussion) et tire les conclusions en commun avec le groupe.

Fonte des glaçons : cette activité est axée sur la question « qu'est-ce qu'il arrive aux glaçons ? ». Elle devrait permettre aux enfants de réaliser que certaines matières peuvent fondre, passant de l'état solide à l'état liquide. Ils



associent la fonte à : a) l'apport de chaleur de l'environnement au corps fondant à température ambiante ; et b) l'apport de chaleur à l'aide du chauffage du corps en train de fondre, et au fait qu'au cours de la fonte, le liquide a la même qualité que le solide. Le matériel utilisé comprend des glaçons, un camping-gaz, un congélateur, deux plateaux métalliques, du matériel pour dessiner.

Les enfants travaillent deux à deux pour résoudre un problème lié à ce qu'il adviendra des glaçons a) si on les sort du congélateur et b) si on les place à côté du feu. L'enseignant place les glaçons sur deux petits plateaux métalliques. Il demande aux enfants ce qu'ils prévoient qu'il va se produire pour les glaçons s'ils sont laissés longtemps hors du congélateur. Il suggère de laisser le plateau avec les glaçons dans un endroit visible pour observer ce qu'il se passe. La même procédure est répétée avec des glaçons exposés au feu du camping-gaz. Tandis que la glace fond, l'enseignant et les enfants discutent de la manière dont un glaçon solide se transforme peu à peu en eau liquide, en connectant toujours la fonte avec le réchauffement. Les enfants travaillent par petits groupes (4-5 enfants) pour prévoir, observer et essayer d'expliquer le processus de fonte du beurre ou de morceaux de chocolat. L'enseignant aide les enfants à exprimer leurs idées et propositions (par exemple à travers le dessin ou une discussion) et tire les conclusions en commun avec le groupe.



## 3.2. Implémentation à Malte

La mise en œuvre à Malte, gérée par l'université de Malte, a commencé avec la formation des enseignants d'école primaire en tant que tuteurs pour l'apprentissage basé sur l'investigation scientifique. Les tuteurs avaient un rôle de support des collègues enseignants expérimentateurs, eux aussi enseignants d'école primaire, dans la mise en œuvre de l'investigation scientifique, mise en œuvre qui fait partie intégrante de la formation.

### 3.2.1. Formation des tuteurs

La formation des tuteurs a pris la forme d'un cours de développement professionnel constant créé pour l'occasion, intitulé « *Supporting Primary Teachers for learning-based learning in science* », de 5 CFU (crédits universitaires) dans le cadre d'un mastère agréé par l'université de Malte. L'unité d'enseignement s'est concentrée sur l'apprentissage basé sur l'investigation scientifique et sur la manière dont les enseignants d'école primaire peuvent être soutenus pour mettre en œuvre cette stratégie.

L'unité d'enseignement se proposait de :

- présenter, réfléchir et discuter autour des politiques européennes et nationales concernant l'éducation scientifique, notamment celles concernant l'apprentissage basé sur l'investigation pour l'école primaire ;
- discuter autour de la littérature des différentes formes d'apprentissage basé sur l'investigation scientifique au niveau primaire ;
- identifier les principaux défis que les enseignants affrontent en introduisant et en mettant en œuvre l'investigation scientifique ;
- présenter et étudier certains projets européens dont le but est de promouvoir l'apprentissage basé sur l'investigation scientifique au niveau de l'école primaire ;
- fournir un aperçu des pratiques efficaces présentes en littérature et concernant la formation des enseignants d'école primaire avec l'investigation scientifique ;
- promouvoir la capacité de développer et mettre en œuvre une formation et un support efficaces pour les enseignants, pour les aider à développer des capacités et compétences dans la réalisation de l'approche basée sur l'investigation scientifique au niveau de l'école primaire.

Ces objectifs d'apprentissage ont été traduits en connaissances et capacités des résultats d'apprentissage. La méthodologie suivait l'approche du projet TEST et prévoyait une combinaison de formation en présence et en ligne. Le cours a été mis en œuvre au premier semestre de l'année scolaire 2016-2017. Seize enseignants ont participé au cours de formation suite à un concours pour présenter des candidatures du *Department of Early Years and Primary Curriculum*, département qui fait partie du *Department of Primary Education alla Faculty of Education* de l'université. Deux groupes de formation ont été organisés. Un groupe d'enseignants provenait de la même école, où la commission travaillait pour introduire et mettre en œuvre un nouveau programme basé sur l'investigation scientifique ; l'équipe de cette école a décidé d'impliquer un enseignant pour chaque année de cours et une équipe de senior



management avec expérience scientifique pour suivre le travail de conception et mise en œuvre. Dans ce cas, la formation prévoyait une série de cours de formation intensifs d'une journée entière dans l'école, ainsi que des activités en ligne où une série de tâches devait être accomplie. Le second groupe d'enseignants provenait de différentes écoles primaires, mais tous étaient intéressés par l'apprentissage basé sur l'investigation scientifique et par sa mise en œuvre en classe, et voulaient aider leurs collègues à introduire l'investigation scientifique dans l'enseignement. Dans ce groupe, la formation en présence a été effectuée le soir au campus, après les heures de cours, quand les enseignants ont pu fréquenter les cours à l'université.

Le cours de formation prévoyait :

- présenter, réfléchir et discuter autour des politiques européennes et nationales concernant l'éducation scientifique, notamment celles concernant l'apprentissage basé sur l'investigation pour l'école primaire ;
- illustrer et expérimenter les caractéristiques de l'investigation scientifique et concevoir des activités scientifiques basées sur l'investigation ;
- analyser les différents types d'apprentissage basé sur l'investigation concernant l'école primaire et identifier les caractéristiques clés de l'investigation scientifique ;
- trouver et étudier les différents projets européens promouvant la recherche didactique dans l'éducation scientifique ;
- examiner de manière critique les principaux défis que les enseignants affrontent en introduisant et en mettant en œuvre l'investigation scientifique, discuter autour d'un modèle pour le développement professionnel constant pour l'enseignement des sciences pour l'école primaire (Bianchi, 2016) et sur la manière de le mettre en œuvre pour les enseignants des écoles primaires locales.

Les cours en présence ont introduit des questions clés concernant les aspects susmentionnés et prévoyaient des conférences, des séminaires interactifs, des discussions et des activités pratiques. L'intérêt principal des enseignants était de bien comprendre les principales caractéristiques de l'apprentissage et de l'enseignement basé sur l'investigation et de la conception des activités de recherche en didactique des sciences, pour être ensuite soutenus dans la mise en œuvre de l'investigation scientifique en classe.

Les activités en ligne prévoyaient des activités complémentaires aux cours en présence.

La première tâche ciblait l'examen des documents politiques européens et de Malte. Les enseignants ont brièvement examiné les documents européens, le Rapport Rocard (Rocard *et al.*, 2007) et la Science for Responsible Citizenship (Hazelkorn *et al.*, 2015), ainsi que le programme national de Malte de 1999 (Ministry of Education, 1999) et la Vision for Science Education (Ministry for Education, Employment and the Family, 2012). La première tâche demandait d'identifier les messages clés concernant le rôle et l'enseignement des sciences à l'école primaire et d'observer : les éléments et le degré d'alignement des politiques nationales et européennes ainsi que les changements de l'approche politique à l'enseignement des sciences à l'école primaire.



La deuxième tâche en ligne demandait aux enseignants d'étudier la littérature parlant des différentes approches sur l'investigation évoquées pendant les cours en présence, et d'identifier et souligner les caractéristiques clés en commun et leurs différences.

La troisième tâche demandait de concevoir et réaliser en classe des activités d'investigation scientifique et de développer une activité de recherche complète : question autour de laquelle faire l'investigation, enquête à effectuer et réflexions sur la manière dont les enfants devaient considérer leurs observations comme des preuves pour tirer des conclusions.

Enfin, on a demandé aux enseignants en formation de réfléchir sur les capacités et sur les compétences dont ils avaient besoin pour se sentir sûrs d'eux dans la mise en œuvre de l'investigation scientifique et pour soutenir d'autres enseignants d'école primaire. Pour l'évaluation officielle du cours, les enseignants ont été amenés à effectuer une analyse des besoins en relation avec les défis que les enseignants doivent affronter dans la réalité scolaire pour mettre en œuvre l'apprentissage basé sur l'investigation scientifique, et à développer un plan d'action pour affronter ces besoins, à travers une forme de programme de développement professionnel constant. Durant l'événement multiplicateur pour les enseignants formés, ceux-ci ont reçu le certificat avec les 5 CFU (crédits universitaires).

### **3.2.2. Expérimentation des activités d'investigation**

Dans le cas de l'école qui travaillait à la réalisation du programme scientifique basé sur l'investigation, la phase suivante, après la conception, prévoyait l'expérimentation dans toute l'école primaire. Les tuteurs formés ont travaillé avec les collègues de la même classe et ont développé des activités de recherche faisant partie de leur programme. Les tuteurs ont formé les enseignants expérimentateurs en organisant un cours de formation sur l'investigation scientifique comme développement professionnel constant, avant le début de la mise en œuvre des activités de recherche. Le soutien a été fourni par l'université de Malte à la demande de l'école.

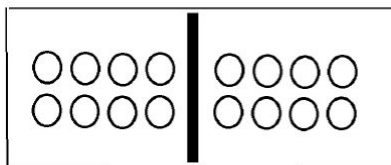
*Un exemple – préparer du matériel didactique pour l'investigation pendant la visite à ESPLORA*

ESPLORA (<http://esplora.org.mt/>) est un centre scientifique interactif d'avant-garde récemment réalisé à Malte et qui offre de nombreuses opportunités pour solliciter la curiosité scientifique des visiteurs à travers des expositions et exposés interactifs. ESPLORA a offert l'opportunité de développer et d'expérimenter des activités d'investigation comme faisant partie de l'apprentissage scientifique informel. L'école, en travaillant pour mettre en œuvre le programme scientifique basé sur l'investigation, a décidé d'emmener les classes d'un an de cours à ESPLORA. L'investigation scientifique demande aux enfants de formuler des questions et de chercher les réponses par investigation ; l'investigation n'a donc pas lieu automatiquement pendant la visite des enfants aux centres scientifiques interactifs, quel que soit le degré d'intérêt suscité par les objets ou phénomènes exposés.



Pour pousser les élèves vers l'investigation scientifique, l'enseignante Suzanne Gatt, de l'université de Malte, et la directrice de l'école Esmeralda Zerafa, qui avait suivi le cours des tuteurs, ont visité ESPLORA ; différentes sections ont été étudiées et des photos des objets exposés ont été prises. Ce travail préalable a permis d'élaborer des feuilles de travail pour solliciter, sous forme de défi, la curiosité des enfants (6-7 ans) qui devaient visiter le centre. La directrice Zerafa a donc préparé les enseignants en élaborant ensemble les activités qui ont été développées. Au cours de l'année entière, environ 120 étudiants ont été impliqués, les enfants ont été divisés en 5 groupes, chacun desquels visitant une section d'ESPLORA en 20-30 minutes, puis visitant en rotation une autre section – ceci afin d'éviter la surpopulation et pour permettre aux enfants d'effectuer les activités en petits groupes.

Take a basket of balls. Place balls in the holes and balance the table. Draw the balls you placed in the figure:



Find other ways of balancing the table with the balls. Draw the circles where you placed the balls in each case. (You can use different numbers of balls)

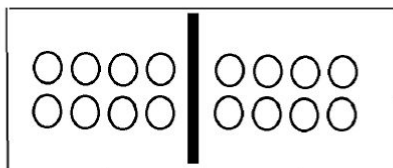
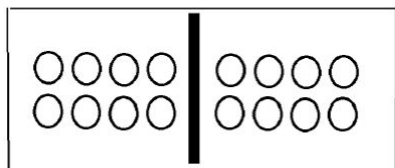
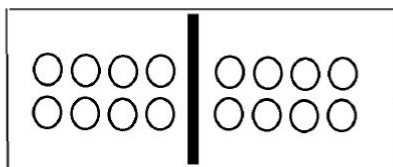
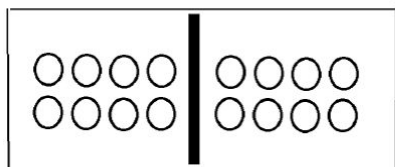


Figure 2 – Un exemple de feuille de travail conçue pour solliciter la curiosité des enfants pendant la visite à ESPLORA

Durant ces activités, les enfants ont été invités à placer des boules en plastique, disponibles dans la pièce, sur différents cercles du support, jusqu'à ce que la balance soit en équilibre. Ils ont donc été invités à trouver différentes manières de placer différents nombres de boules en plastique et à garder toujours la balance en équilibre.

Les étudiants ont visité ESPLORA pendant une matinée et ont utilisé les feuilles de travail. Malgré la présence simultanée d'autres écoles avec d'autres étudiants, les enfants ont quand même eu l'opportunité d'explorer et de s'informer sur la science, même de manière informelle.





D'autres activités de recherche développées pendant le cours de formation des tuteurs sont présentées dans la partie 4 du manuel.



### 3.3. Implémentation en France

#### 3.3.1. Des ingénieries didactiques coopératives

La modalité de travail adoptée par les différentes équipes de l'ESPE de Bretagne, à Rennes, est celle des ingénieries didactiques coopératives (Joffredo-Le Brun, Morellato, Sensevy, & Quilio, 2018 ; Sensevy, Forest, Quilio, & Morales, 2013). L'origine de leur structure itérative est celle des *Lesson studies* (Miyakawa & Winsløw, 2009). Des collectifs de pensée (Fleck, 2005), constitués de professeurs des écoles, de formateurs et de chercheurs travaillent ensemble à l'élaboration de séances et de séquences didactiques. Les séances en classe sont menées par les professeurs, quelquefois observées par des membres de l'ingénierie, et éventuellement filmées. Elles font l'objet d'un compte rendu au groupe, et sont évaluées. Elles sont retravaillées et mises en œuvre de nouveau dans une nouvelle classe, dans un processus itératif.

L'ingénierie didactique coopérative a une double fonction. Elle doit permettre de mieux comprendre la pratique. Elle doit permettre de transformer la pratique en fonction des fins que le collectif de pensée s'est données à lui-même. Ces deux fonctions sont liées : comprendre pour transformer pour comprendre pour transformer, etc. Un des principes fondateurs de la vie du collectif est la recherche de symétrie, sans dilution des spécificités. Un des effets des ingénieries coopératives est de transformer la profession des chercheurs, des formateurs et des professeurs.

#### 3.3.2. Données utilisées et ressources produites

- des films d'étude et autres données empiriques (photos des situations, documents des élèves)
- des séances et séquences (ainsi que le matériel nécessaire à leur conduite) pensées conjointement par les membres du collectif, puis mises en œuvre, analysées et repensées et encore implémentées et analysées dans un processus itératif ;
- un réseau de professeurs, formateurs et chercheurs, des ressources dans les domaines travaillés, avec une meilleure compréhension de la pratique de classe et avec une acculturation aux résultats de la recherche
- la formation initiale des étudiants et des professeurs stagiaires (cours et mémoires) ;
- l'accompagnement d'autres professeurs, avec un prêt de matériel, pour la mise en place des séquences ;

#### 3.3.3. Fonctionnement des différents collectifs concepteurs de séquences

- **Le collectif « robots »** a fonctionné qu'une année, avec trois rencontres en grand groupe, et de nombreuses rencontres en binômes ou trinômes. Son fonctionnement de travail n'a pas seulement été celui d'une ingénierie. Des étudiants et stagiaires ont bénéficié des résultats et analysé leurs propres séquences dans le cadre de leur travail de recherche. Des séquences en maternelle (4-6 ans) et au cycle 3 (9-11 ans) ont été produites.
- **Un collectif « mathématiques à la maternelle »** existait avant le projet Erasmus. Il a évolué pour répondre aux nouveaux objectifs du projet. De nouvelles expérimentations ont été menées dans des classes et proposées aux étudiants et aux stagiaires.



- **Les collectifs « sablier », « engrenages » et « Croissance des végétaux »** se sont réunis entre cinq et huit fois, en alternance avec des expérimentations en classe. Les séances et séquences ont ainsi été transformées collectivement et leur mise en œuvre réitérée avec des classes différentes.

### **3.3.4. Un exemple : l'ingénierie math-sciences en maternelle**

#### **Objectif du collectif**

- Articuler des apprentissages sur la découverte du monde vivant végétal et l'étude des grandeurs et mesures au cycle 2 (5-6 ans).

#### **Réunion 1 du collectif**

- Choix de l'objet de travail : la croissance des végétaux (affiné ultérieurement) ;
- Échanges sur les connaissances scientifiques et didactiques en jeu ;
- Échanges sur les problématisations que l'on peut développer, liées à l'objet choisi ;
- Anticiper et accorder l'organisation matérielle et le relevé des données (traces, films).

#### **Réunion 2 du collectif**

- Mise en commun des préparations et co-construction d'une séquence commune :
- outils, introductions, progressions, traces, différenciation... ;
- Préparation matérielle et administrative : commande du matériel, autorisations d'observer, de filmer...

#### **Mise en œuvre dans quatre classes**

- Avec observation d'un membre du groupe dans 3 des 4 classes
- séance 1 – classe 1 ; puis séance 2 – classe 1 ; puis séance 1 – classe 2...

#### **Réunion 3 du collectif**

- Mise en commun des observations des premières séances
- Axes d'analyse retenus pour l'objet choisi, la croissance des végétaux :
- la structuration du temps ;
- l'observation et la représentation par le dessin ;
- Échanges sur les prolongements permettant d'approfondir les apprentissages sur ces axes.
- Mise en œuvre dans quatre classes
- Sans observation d'un membre du groupe
- séance 3 et suivantes dans les quatre classes.

#### **Réunion 4 du collectif**

- Mise en commun des observations des nouvelles séances réalisées.
- Travail collectif sur les exploitations possibles en classe des résultats des expérimentations.

#### **Réunion 5 du collectif**



- Mise en commun des retours d'expériences et construction de la suite ;
- Apports scientifiques ;
- Précision des objectifs de recherche :
- supports contribuant à la structuration du temps ;
- comment « habiller l'œil » pour affiner l'observation) ;
- Première formalisation des résultats (bilans, traces).

### Réunion 6 du collectif

- Travail sur la description des séquences ;
- Adaptations pour la reprise des projets une nouvelle année.
- Mise en œuvre dans quatre classes, sans observation d'un membre du groupe
- séance 1 et suivantes modifiées dans les quatre classes.

### Réunion 7 du collectif

- Mise en commun des retours d'expériences des séances modifiées.
- Suite de la rédaction du document “séquence”
- Itération des séances dans quatre classes, sans observation d'un membre du groupe
- séances suivantes modifiées dans les quatre classes.

### Réunion 8 du collectif

- Mise en commun des adaptations faites de la séquence ;
- Rédaction finale des documents.

### Références bibliographiques

- Fleck, L. (2005). *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Traduction par N. Jas, Paris : Les belles lettres. (1re édition en allemand : 1935).
- Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., & Quilio, S. (2018). Cooperative engineering as a joint action. *European Educational Research Journal*, 17(1), 187-208. <https://doi.org/10.1177/1474904117690006>
- Miyakawa, T., & Winsløw, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : étude collective d'une leçon. *Éducation et didactique*, 3(1), 77-90. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.420>
- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM*, 45(7), 1031-1043. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0532-4>



### 3.4. Implémentation en Italie

Malgré les résultats des enquêtes internationales et les indications européennes, l'Italie n'a pas de stratégie nationale pour l'amélioration de l'éducation scientifique ; au cours des dernières années, divers projets et programmes de qualité ont été mis en place. Cependant les signes d'amélioration sont encore modestes. En effet, il s'agit d'initiatives isolées et de brève durée qui n'ont pas eu la force d'influer sur le cadre général.

Un autre élément caractérise l'Italie. La recherche en didactique se fait dans les écoles, avec l'aide de l'Université pour l'école élémentaire et maternelle, mais sans aucune aide pour le collège et le lycée. Ceci implique une grande richesse d'expériences mises en oeuvre par les enseignants les plus expérimentés et les plus inspirés. En même temps la fragmentation et l'isolement rendent difficile la diffusion des bonnes pratiques et la sélection et la mise en oeuvre systématique des expériences les plus valides.

TEST part de la précieuse expérience de formation des enseignants de sciences accumulée depuis 2010 par l'ANISN Pisa. Elle se caractérise principalement par :

- 1) la conscience que le réel levier du changement dans l'éducation scientifique italienne seront les enseignants formés. Former les enseignants donne une durabilité et une continuité au travail. Chaque enseignant formé peut garantir, au cours de sa propre carrière, une éducation scientifique de qualité à de nombreux élèves ;
- 2) l'engagement de l'Université (Ecole Normale Supérieure) et d'une association de professeurs (ANISN), en synergie avec les écoles, pour élaborer un langage commun capable de conjuguer le savoir "haut", dans son temps, avec l'épistémologie des disciplines, la projection et l'implémentation didactique adaptées au niveau des élèves ;
- 3) la valorisation et l'usage savant des enseignants experts, des chercheurs en didactique disposés à partager et à diffuser leur expérience, sur le modèle du *teacherpreneur* (Berry, 2003), un modèle précieux mais rare dans le panorama scolaire italien ;
- 4) la collaboration de l'USR de Toscane (équivalent des Services académiques de l'éducation nationale) pour lancer l'institutionnalisation des bonnes pratiques, pour dépasser la spontanéité, et pour avoir des retombées efficaces sur le système scolaire ;
- 5) la confrontation avec la réalité et avec l'expérience des partenaires internationaux ;
- 6) le solide partenariat avec la recherche didactique et son immédiate application dans la formation des professeurs pour avoir une éducation scientifique de haute qualité et de dimension européenne ;

Les initiatives de formation en Italie ont été projetées pour les enseignants experts (tuteurs) et les enseignants expérimentateurs, avec le précieux support d'experts extérieurs, principalement d'autres centres pilote IBSE ANISN, par les partenaires internationaux, et par des scientifiques. Elles ont été réalisées avec la conscience de la nature complexe et multidimensionnelle d'une éducation scientifique de qualité, en bénéficiant d'une organisation multiniveaux, par le responsable didactique du projet TEST dans son entier. Tuteurs et expérimentateurs appartiennent à tous les niveaux scolaires, de la maternelle au lycée.

La première phase d'implémentation de TEST en Italie a comporté la formation de professeurs tuteurs. Ils ont enrichi le groupe des professeurs experts d'une approche de l'enseignement par l'enquête, ceux de l'ANISN de Pise. La seconde a concerné les professeurs expérimentateurs.



La formation a principalement été conduite en présentiel, et complétées par quelques activités en ligne pour que les enseignants se sentent plus assurés d'adopter de nouvelles méthodes d'enseignement ; avec les interactions directes et le support d'enseignants experts, pour qu'ils se sentent dans un réseau professionnel qui leur permette de confronter leurs propres pratiques, d'échanger des idées et des expériences, et d'améliorer la qualité de leur enseignement.

### 3.4.1. Structure de la formation des professeurs experts (tuteurs)

La formation des tuteurs s'est déroulée en deux phases en 2016 : une première phase de rencontres périodiques, et une seconde intensive. Les tuteurs à former ont été sélectionnés parmi les enseignants du centre IBSE ANISN qui depuis 2010 a développé beaucoup d'initiatives de formation sur l'enquête.

Les trois rencontres périodiques ont été menées par Isabella Marini, responsable didactique de TEST, et pas Suzanne Gatt (Université de Malte). Elles ont été focalisées sur des approfondissements sur l'enquête et l'évaluation : problèmes et instruments pour l'évaluation formative et sommative, l'évaluation traditionnelle et l'évaluation par compétences.

Toutes les rencontres ont commencé par une phase d'informations. Suivait la description d'un ou plusieurs exemples pour stimuler la réflexion et la discussion. Nous avons à cette occasion repéré trois parcours didactiques élaborés par le Collectif didactique à utiliser dans les phases successives.

Les rencontres périodiques étaient propédeutiques à la phase intensive suivante. Appelée "Enquête et évaluation", elle s'est tenue durant trois jours consécutifs au mois de mai. Les formateurs étaient le coordinateur didactique de TEST, Paola Bartolon (ANISN Venise), Davide Capperucci (Département de sciences, Formation et Psychologie, Université de Florence) et Vanna Seran, la coordinatrice du projet TEST. Outre les anciens et les nouveaux professeurs experts de l'enquête, d'autres enseignants experts de Vicence, du Latium, de Naples, Turin et Milan, ont participé à cette initiative.

Ceci a rendu les groupes de travail beaucoup plus riches et productifs. Cela a aussi donné l'opportunité d'approfondir les aspects évaluatifs de l'enquête pour un nombre plus important d'enseignants. Ils ont pu diffuser les résultats de la formation dans leur propre centre pilote.

La formation s'est déroulée selon les phases suivantes :

**1) une fase informative** pour introduire une réflexion profonde sur l'évaluation des apprentissages et l'évaluation des compétences, avec des références bibliographiques. Nous nous sommes focalisés sur les particularités du processus d'évaluation, en particulier :

- **la certitude** où pour "être sûr" que l'élève sait et sait faire ce qui a été programmé, on cherche des procédures les plus rigoureuses et objectives possibles. Les critères de jugement sont tous définis et explicités par avance, les résultats des examens peuvent être confrontés et permettent de comparer diverses classes, diverses écoles et même diverses nations ;

- **la vérification** d'éléments circonscrits et observables (connaissances) ou bien des éléments plus complexes de "vérification d'une hypothèse" qui ne concernent pas seulement les résultats obtenus par les élèves, mais aussi le



processus d'enseignement ; dans cette acception, les résultats d'une "vérification" ne sont pas directement traduisibles en note, puisqu'ils constituent la base de données sur lesquelles se fondent les actions conjointes des élèves et du professeur ;

- *l'établissement d'une valeur partagée*, généralement mais pas nécessairement numérique. Les éléments de choix qui donnent l'origine aux questions dans les examens (discipline, requête cognitive, origine sociale) ainsi que les critères de jugement qui sont mêlés à des valeurs culturellement et donc spatialement et temporellement définies. Cette phase visait à l'élaboration et au partage d'une conception complexe et dynamique d'évaluation, sans la finalité d'arriver à une définition univoque, en tenant compte de tous les aspects ;

**2) une phase descriptive et réflexive** où ont été décrits différents exemples et propositions traces de travail comme stimulation à la réflexion et à la discussion. L'objectif était de faire émerger les éléments analytiques et opérationnels propédeutiques au groupe de travail. Dans cette phase, des instruments d'évaluation traditionnelle ont été présentés, corrélés à l'évaluation par compétences (check list, rubrique d'évaluation, devoirs authentiques, portfolio), et à trois parcours didactiques élaborés par le Collectif didactique avec leurs ressources associées (kit). Des groupes de travail ont enfin été constitués ;

**3) une phase analytique et productive** : chaque petit groupe de travail, sous la supervision d'un expert, a étudié et analysé le parcours puis élaboré les évaluations pour les connaissances, les aptitudes et les compétences ;

**4) une phase de restitution et de partage** : chaque groupe a présenté son travail en mettant en évidence les points critiques et les résultats, pour la réflexion, la discussion collective et l'élaboration des conclusions.

### 3.4.2. Structure de la formation des enseignants expérimentateurs

La formation des enseignants expérimentateurs s'est déroulée en deux phases, la première durant la deuxième année du projet TEST à partir de septembre 2016, et la seconde durant la troisième année. Comme nous l'avons déjà dit, la formation s'est faite surtout en présentiel avec des rencontres périodiques. Les enseignants expérimentateurs à former ont été sélectionnés parmi ceux appartenant aux instituts scolaires qui font partie du réseau des écoles de TEST (de l'école maternelle au lycée). Aucun n'avait d'expérience d'enseignement par l'enquête. La formation a été projetée et réalisée par le responsable didactique TEST. Nous avons bénéficié de la collaboration de la coordinatrice du projet pour les aspects d'organisation et de gestion, ainsi que des tuteurs comme aide aux enseignants expérimentateurs. Ils ont constamment et de façon dynamique interagit avec le Collectif didactique, les partenaires internationaux et les scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure.

La formation s'est déroulée selon les phases suivantes :

**1) une phase informative** pour présenter la problématique et introduire une réflexion profonde sur la démarche d'enquête en didactique des sciences, avec les ressources bibliographiques nécessaires.

Les situations de l'éducation scientifique en Europe et en Italie ont été présentées, ainsi que les objectifs de l'Europe 2020. Nous avons mis en évidence l'exigence d'un enseignant expert et qui sache problématiser, travailler le curriculum en introduisant une image de la science plus complexe, plus sophistiquée, plus réflexive, plus aventureuse, plus transdisciplinaire, que ce qui se fait actuellement dans beaucoup d'école, de façon à donner à



l'éducation scientifique un autre visage plus critique, plus ouvert, plus pluriel, plus flexible, plus dialectique. Dans cette phase ainsi que dans les suivantes, nous avons présenté, analysé et exemplifié les différents aspects et instruments de l'enquête présentés dans la première et seconde partie de ce manuel ;

**2) Une phase descriptive et réflexive :** nous y avons décrit différents exemples et traces de travail pour stimuler la réflexion et la discussion. L'objectif était de faire émerger les éléments d'analyse et de mise en oeuvre propédeutiques au groupe de travail, tout en faisant des comparaisons avec l'expérience d'enseignement et les propositions d'enquêtes. Le défi de la didactique se joue essentiellement sur la motivation, non évidente, que l'on réussit à éveiller. Ceci est vrai pour l'élève à éduquer, ainsi que pour l'enseignant à former. Nous avons enfin constitué les groupes de travail ;

**3) Une phase analytique et productive :** chaque petit groupe de travail s'est vu proposer des mises en situations (la cacahuette et l'observation dirigée, le café au lait chaud, les deux petites bouteilles, les ponts en papier, le clair de Terre). Chaque groupe de travail, sous la supervision d'un expert, a fait des propositions pour stimuler la réflexion sur l'enquête. Les enseignants à former ont été mis dans la situation de faire des expériences concrètes et significatives : observer un phénomène, comprendre et représenter des relations, recueillir des données, se poser des questions, construire des modèles de situations réelles et interpréter les preuves pour arriver à des conclusions partagées ;

**4) Une phase de présentation des parcours :** le coordinateur didactique, le coordinateur de projet et les tuteurs ont présenté, pour chaque niveau scolaire, et pour chaque thématique, les parcours et les ressources associées (kit) élaborés dans le Collectif didactique. Plusieurs fois, nous avons souligné que les parcours ne sont pas une fin, mais un précieux instrument pour implanter l'enquête dans la classe. Les enseignants expérimentateurs ont choisi le parcours ou les parcours (trois maximum par année) à étudier et implanter dans leur classe. Une présentation synthétique de ces parcours se trouve dans la quatrième partie de ce manuel ;

**5) Une phase de simulation du parcours :** les tuteurs ont conduit avec les enseignants expérimentateurs une simulation des différentes activités, des expérimentations et l'usage efficace des ressources du kit. Cette phase a permis de souligner l'importance des produits de l'apprentissage, mais aussi des processus mis en oeuvre. Le but est de créer une classe innovante de sciences, dans laquelle les élèves sont en mesure d'avoir un raisonnement scientifique et des modalités d'investigation autonomes, grâce à des expériences d'apprentissage stimulantes, authentiques et de qualité, en travaillant avec des modèles et des instruments scientifiques ;

**6) une phase d'implémentation en classe :** chaque enseignant expérimentateur, aidé par son tuteur va utiliser un kit et les ressources associées. Il propose dans sa classe le parcours qu'il a choisi. Les enseignants expérimentateurs ont utilisé des instruments d'évaluation et d'autoévaluation élaborés par le Collectif didactique TEST et ont rédigé un journal de bord de leur expérience ;

**7) une phase de restitution et de partage :** chaque groupe a présenté son travail en mettant en évidence les points critiques et les résultats pour la réflexion et la discussion collective ainsi que pour le feedback au Collectif didactique.





Une semaine de formation intensive a aussi eu lieu pour les enseignants de la maternelle et de l'élémentaire, à la fin du mois de septembre 2016. Les représentants des partenaires TEST Konstantinos Ravanis (Université di Patras) et Jean-Marie Boilevin (ESPE- Université de Bretagne Occidentale) ont conduit cinq jours de formation sur des aspects méthodologiques (l'enquête en sciences de l'éducation : du concept théorique à la pratique d'enseignement ; ingénieries didactiques ; le but des activités d'enseignement) et sur le travail spécifique en classe en exemplifiant avec quelques parcours. Les deux chercheurs ont visité quelques écoles maternelles et élémentaires de Pise.

TEST, à travers différents événements de diffusion a projeté et réalisé deux jours de formation : le projet TEST Erasmus plus : *outils pour penser, recherche en didactique et nouvelles stratégies pour l'enseignement scientifique*, destinés non pas aux enseignants expérimentateurs, mais aux enseignants toscans intéressés par l'approche de l'enseignement par l'enquête.

A Florence, la première journée, nous avons présenté les grandes lignes et les activités mises au point dans le projet, ainsi que les piliers de l'enquête scientifique, sous le forme de séminaires, simulations, travaux de groupe et tables rondes. A Pise, la seconde journée, organisée à l'occasion de l'événement final du projet, les enseignants et les élèves ont montré les parcours réalisés sous la forme de posters, de kits exposés, d'activités et d'expérimentations proposées au public. Les responsables didactiques des partenaires européens ont approfondi quelques unes des thématiques relatives à TEST et à l'enquête scientifique.

## **Bibliografia**

Berry, B. (2013) *Teacherpreneurs: A Bold Brand of Teacher Leadership for 21st-Century Teaching and Learning* Science Vol. 340, Issue 6130, 309



## Conclusion

Nous aurions pu nommer cette section *la richesse des différences*. En effet, chacune des sections rédigées par les partenaires du projet montre les différents contextes, les différentes modalités de mise en oeuvre, les diverses expériences mises en place, les différentes caractéristiques des programmes nationaux, etc.

La communication a été active, entre les partenaires, chemin faisant enrichie par des contacts en ligne, des mails, des visioconférences et surtout par les meetings. Le partage d'une démarche (l'enquête) a peu à peu transformé les différences, non pas en éléments de séparation, mais dans un dialogue fécond et continu. Après trois ans, nous sommes conscients d'avoir créé un langage commun en jetant les bases d'une éducation scientifique de dimension européenne. Elle n'existe pas uniquement sur le papier ; elle vit dans la formation de nos enseignants et donc dans nos classes.



## 4. Quatrième partie : présentation des séquences

---

### 4.1. Préambule

La quatrième partie présente les séquences conçues et transformées après avoir été expérimentées dans différentes classes et différents contextes socio-culturels. Ce sont des exemples de séquences qui fonctionnent. Elles ont été validées après plusieurs révisions et conseils des professeurs expérimentateurs.

Les séquences sont classées par niveau scolaire. Certaines permettent de projeter une progression curriculaire. A partir des fiches synthétiques du manuel, il est possible d'accéder aux séquences complètes écrites dans la langue du partenaire qui les a produites.

Les séquences ont été conçues dans le respect des recommandations européennes sur l'évaluation des compétences des élèves.

**Le cadre européen des certifications (CEC), *the European Qualifications Framework (EQF)***, décrit un cadre commun de référence des savoirs, aptitudes et compétences personnelles, sociales et/ou méthodologiques, en situation de travail ou d'études.

La compétence est définie comme la mobilisation de connaissances, d'habilités et de ressources personnelles pour résoudre des problèmes, gérer des situations, prendre en charge et résoudre des tâches en situation professionnelle, sociale, et scolaire.

Si les compétences supposent l'intégration d'habilités et de connaissances techniques avec des capacités personnelles, relationnelles, méthodologiques, la didactique ne peut se limiter à la transmission de savoirs et à leurs applications. Elle doit aussi permettre à l'élève de prendre en charge et de résoudre des problèmes, d'avoir des initiatives, pour apprendre à travers l'expérience.

En nous basant sur ces recommandations européennes, nous avons réalisé ces séquences en respectant les compétences scientifiques spécifiques que les élèves doivent posséder à la fin de leur cycle d'études.

Compétences à la fin de l'école maternelle

- La capacité à utiliser l'ensemble de ses connaissances pour expliquer le monde qui l'entoure, en sachant identifier des problématiques et en tirant des conclusions basées sur des faits ;
- La compétences à analyser des données et des observations, et de vérifier l'interprétation des analyses statistiques et qualitatives proposées par d'autres ;
- Une pensée rationnelle qui permet d'affronter des problèmes et des situations en conformité avec des faits vérifiés ; d'avoir conscience des limites des affirmations sur des questions complexes qui ne se prêtent pas à des explications univoques ;



En particulier :

### **Compétences à la fin de l'école maternelle**

- L'élève trie, classe et range des objets et des matériaux selon différents critères ; il en identifie quelques propriétés, il compare et évalue des quantités ; il utilise des symboles pour les représenter ; il réalise des mesures avec des instruments à sa portée ;
- L'élève observe avec attention son corps, des organismes vivants et leur environnement, des phénomènes naturels et leurs changements ;
- Il s'intéresse aux objets techniques, en découvre les fonctions et les usages possibles ;
- Il décrit la position d'objets et de personnes dans l'espace, en utilisant des termes comme devant/derrière, dessus/dessous, à droite/à gauche, etc. ; il suit correctement un parcours sur la base d'indications verbales.

### **Compétences à la fin de l'école élémentaire**

- L'élève développe sa curiosité et aiguisé son regard sur le monde ;
- Il explore les phénomènes avec une approche scientifique, avec l'aide du professeur, des pairs, de façon autonome ; il observe et décrit les phénomènes ; il formule des questions ; il propose et réalise des expérimentations simples ;
- Il identifie, dans les phénomènes, des ressemblances et des différences ; il fait des mesures et recueille des données significatives ; il identifie des relations spatio-temporelles ;
- Il identifie des aspects quantitatifs et qualitatifs dans les phénomènes ;
- Il produit des représentations graphiques dans un langage adapté (tableau, dessin d'observation, schéma)
- Il élabore et utilise des modèles simples ;
- Il reconnaît les principales caractéristiques des organismes vivants, animaux et végétaux ;
- Il répond aux questions posées en utilisant des sources documentaires, des lieux et personnes ressources.

### **Compétences à la fin du collège**

- 
- L'élève explore et expérimente, en laboratoire et à l'extérieur, les phénomènes les plus communs ; il en imagine et vérifie les causes ; il cherche des solutions aux problèmes en utilisant ses connaissances et des investigations ;
- Il schématise et modélise des phénomènes en recourant, le cas échéant, à des mesures ;
- Il a une vision de la complexité des systèmes vivants et de leur évolution dans le temps ; il reconnaît, dans leur diversité, les besoins fondamentaux d'animaux et de plantes, et leurs façons de les satisfaire dans leur environnement spécifique ;
- Il fait le lien entre le développement des sciences et le développement de l'histoire de l'homme ;
- Il a de la curiosité et de l'intérêt envers les principaux problèmes liés aux développements scientifique et technique ;



## Compétences à la fin du lycée

- L'élève analyse des données et les interprète avec des déductions et des raisonnements ; il utilise des représentations graphiques en utilisant à bon escient des instruments et des applications informatiques spécifiques ;
- Il observe, décrit et analyse des phénomènes naturels ou artificiels et reconnaît, dans leurs différentes formes, les concepts de systèmes et de complexité ;
- Il analyse de façon qualitative et quantitative des phénomènes liés aux transformations d'énergie à partir d'expérimentations ;
- Il est conscient des potentialités et des limites des technologies dans leur contexte culturel et social.





## 4.2. Fiches synthétiques des séquences



<b>4.2.1. ECOLE MATERNELLE</b>	<b>65</b>
<i>Jouons avec des aimants (4 - 5 ans)</i>	65
<i>La planète Terre et le système solaire (4-6 ans)</i>	66
<i>Le jour et la nuit (4-6 ans)</i>	67
<i>Energie et panneaux solaires (4-6 ans)</i>	68
<i>Lumière et ombre (4-5 ans)</i>	69
<i>De la graine aux graines (5-6 ans)</i>	70
<i>Des moulins à vent aux bulles (5-6 ans)</i>	71
<i>Semis, grandeurs et temps (3-4 ans)</i>	72
<i>Semis, croissance et mesures (5-6 ans)</i>	73
<i>Robotique didactique (5-6 ans)</i>	74
<i>Robotique – repérage et déplacements dans l’espace (4-6 ans)</i>	75
<i>Le Train des Lapins (5-6 ans)</i>	76
<i>Voitures et Garages (4-6 ans)</i>	77
<i>Quel avion vole le plus loin ? (5 - 6 ans)</i>	78
<i>Classons les roches de notre école ! (4-5 ans)</i>	79
<i>Flotte et coule (5-6 ans)</i>	80
<b>4.2.2. ECOLE ÉLÉMENTAIRE</b>	<b>81</b>
<i>Le sablier (6-7 ans)</i>	81
<i>Engrenages (9-11 ans)</i>	82
<i>L’air ... notre ami invisible (8-11 ans)</i>	83
<i>Étude de la matière : expériences autour des mélanges (6-10 ans)</i>	84
<i>Jouons avec des aimants (6 - 10 ans)</i>	85
<i>Le Soleil au centre (9-10 ans)</i>	86
<i>À la découverte des amphibiens et des reptiles (6-10 ans)</i>	87
<i>Les solides solubles et non solubles (8-10 ans)</i>	88
<i>Fais pousser ta plante ! (6-8 ans)</i>	89
<i>Cultiver des plantes en bonne santé (6-8 ans)</i>	90
<i>Quelle est la meilleure cuillère à utiliser ? (6-8 ans)</i>	91
<i>Quelle sera sa chaleur ? (7- 9 ans)</i>	92
<i>Semer un haricot (6-8 ans)</i>	93
<i>Robotique éducative (9-10 ans)</i>	94
<i>Robotique, langages et mathématiques (9-11 ans)</i>	95
<b>4.2.3. COLLÈGE</b>	<b>96</b>
<i>Comparer des crânes (10-15 ans)</i>	96
<i>L’air est-il une matière ? (11-13 ans)</i>	97
<i>Étude de la matière : expériences autour des mélanges</i>	98
<i>Étude de la matière : expériences autour des solutions (11-14 ans)</i>	99
<i>Ne m’appellez plus jamais caillou (11-15 ans)</i>	100
<i>Que fait la Lune dans le ciel ? (13-15 ans)</i>	101
<i>Où suis-je et quelle heure est-il ? (cycle 4)</i>	102
<i>Étude de la matière : découverte des réactions chimiques (11-14 ans)</i>	103
<i>Ferments : fermentation (13-15 ans)</i>	104
<i>Robotique pédagogique : Lego Mindstorms (10-16 ans)</i>	105
<b>4.2.4. LYCÉE</b>	<b>106</b>
<i>L’air est-il une matière ? (15-16 ans)</i>	106
<i>Où suis-je et quelle heure est-il ? (cycle 4)</i>	107



<i>Ferments : fermentation (13-15 ans)</i>	108
<i>Ferments : enzymes (15-19 ans)</i>	109
<i>La bougie (12-15 ans)</i>	110
<i>Robotique pédagogique : Lego Mindstorms (10-16 ans)</i>	111





## Jouons avec des aimants (4 - 5 ans)

Kostantinos Ravanis, Maria Kampeza (*Université de Patras*) ; Vanna Serani (*ANISN Pise*)

**Domaine :** Sciences et technologie, la matière

**Niveau scolaire :** Cycles 2-3

**Mots clés :**

Aimants, attraction, répulsion.

**Prérequis :**

Manipulation, observation et regroupement d'objets

**Brève description :**

En manipulant des aimants, les enfants découvrent certaines de leurs propriétés (attraction-répulsion). Cette séquence commence par l'observation de petits aimants, comme ceux que l'on utilise à la maison, et de leur capacité à interagir ou non avec divers objets. Ensuite, les enfants utilisent des aimants et d'autres objets dans le cadre de plusieurs activités, notamment des jeux, pour découvrir que l'attraction persiste lorsque l'objet est recouvert de sable et/ou immergé dans l'eau. On peut donc se servir de l'attraction pour déplacer des objets. Après une phase d'observation et de manipulation, les enfants devront dessiner, décrire et présenter leurs conclusions. Une discussion collective permettra de formuler des conclusions validées par le groupe et compatibles avec le modèle scientifique.

**Séquence d'activités :**

1. On découvre les caractéristiques des objets, notamment ceux qui en attirent d'autres, et on les classe selon quatre propriétés : ils attirent, ils n'attirent pas, ils sont attirés, ils ne sont pas attirés.
2. Où peut-on coller un aimant ? Trouver les endroits de la classe où l'aimant tient, et en conclure que les aimants n'attirent que le fer.
3. On nettoie une pelouse/un étang à l'aide d'une canne à pêche dotée d'un aimant en guise d'hameçon :  
En vue de découvrir :
  - Quels objets peuvent être attrapés ?
  - À quelle distance peut-on attraper un objet ?
  - Pourquoi est-il impossible d'attraper un gros objet ?
4. La pêche « surprise » : construction d'un transept pour rechercher des aimants cachés dans le sable et/ou immergés

dans l'eau. Les enfants découvrent que la force d'attraction s'opère y compris lorsque le fer est recouvert.

5. Les avions qui se déplacent dans le ciel bleu et/ou les papillons qui volent au-dessus des fleurs :

Comment font-ils pour se déplacer ? À l'issue des découvertes précédentes, on demande aux enfants de résoudre ce problème.

5a. Un parcours étonnant : peut-on faire bouger des petites voitures sans les toucher ? Cette expérience vise à approfondir les concepts précédents.

5b. L'abeille à la recherche du nectar : une abeille survole des fleurs. Elle prélève parfois leur nectar, parfois elle n'y parvient pas, et finalement elle s'approche de certaines fleurs sans pouvoir atteindre le nectar. Découverte des pôles magnétiques.

6. Activité ludique : essais autour de la découverte des pôles magnétiques en jouant avec des Geomag. Pour approfondir ce concept, on a placé un ruban de couleur au poignet de tous les enfants de façon à ce qu'ils puissent simuler un aimant.

**Objectifs pédagogiques spécifiques :**

- Observer et déceler les propriétés magnétiques de certains objets ;
- Classer les objets en fonction de leur propriété d'attirer ou non, d'être attirés ou non ;
- Observer les propriétés des objets qui attirent dans plusieurs situations réelles ;
- Découvrir les propriétés d'attraction et de répulsion entre aimants.

**Durée :**

10 à 12 heures.

**Matériel :**

Plusieurs objets de différentes matières (bouchons de bouteille, boutons, balles, crayons... mais aussi un tube de poudre de fer si possible), petits aimants de couleurs et de formes différentes, bâtons, fil de fer, crochets aimantés, appareil photo, carton, feutres, sable, aimants ronds et rectangulaires, maquette d'avion et de papillon, Geomag.



# La planète Terre et le système solaire (4-6 ans)

Konstantinos Ravanis et Maria Kampeza (*Université de Patras*)

## Domaine :

Sciences physiques

## Niveau d'enseignement :

Maternelle

## Mots clés :

Terre, forme sphérique, système solaire

## Prérequis :

Familiarisation avec l'utilisation des modèles (car les idées intuitives empêchent les élèves de comprendre les concepts pertinents) et la production de documents.

## Brève description :

Les élèves expriment leurs idées sur la forme de la Terre et y réfléchissent à l'aide de différents modèles. La narration d'une histoire fournit un problème à résoudre et leur permet d'identifier les mêmes éléments sur une carte et un globe et de poser des questions sur la forme réelle de la Terre et des autres planètes. Ils utilisent des sources d'information secondaires (vidéos, livres) et explorent différentes vues de la Terre (à la surface ou du point de vue d'un astronaute).

## Séquence d'activités :

1. À quoi ressemble la Terre, d'après vous? Les élèves sont encouragés à exprimer individuellement leurs idées en faisant des dessins et des modèles 3D.
2. Comment un marin a-t-il réussi à rentrer dans son pays en ne suivant qu'une seule direction (vers l'ouest)? Les élèves en groupes écoutent la narration d'une histoire (une variation du voyage de Magellan) et suivent l'itinéraire du héros sur une carte. Lorsqu'ils arrivent au bout de la carte, ils discutent de la façon dont le héros peut continuer son voyage.
3. Suivre un itinéraire sur la carte et le globe terrestre: Un globe est présenté aux élèves et ils placent de petites flèches indiquant la direction. Ils discutent de la corrélation entre les deux représentations de la terre.
4. Fabriquer une carte et un globe: Les élèves en petits groupes utilisent une feuille de papier pour dessiner la surface de la terre (caractéristiques géomorphologiques) et

ils la collent pour en faire une sphère. Ils ont aussi fait une maquette de la Terre par deux en utilisant de la plasticine (pâte à modeler).

5. Regarder de près et de loin : Les élèves regardent des vidéos (par exemple Zoom by Istvan Banyai <https://www.youtube.com/watch?v=JMhUujrN4iU>), lisent des livres et discutent pourquoi ils ne réalisent pas que la terre est une sphère quand ils marchent chaque jour.

6. Analyse de photos : Les élèves en petits groupes placent les photos de Patras (leur ville) dans l'ordre (au fur et à mesure que la distance augmente) en expliquant qui a pu prendre chaque photo (point de vue du photographe).

7. Allons dans l'espace : Les élèves en binômes ou en petits groupes expriment des idées sur les formes des autres planètes, ils font des dessins et regardent des vidéos. Ils se font passer pour des astronautes qui vont sur la lune et décrivent ce qu'ils peuvent voir de leur vaisseau spatial.

## Résultats d'apprentissage :

- Aider les élèves à construire ou à adopter une représentation sphérique de la forme de la terre en élaborant différents types de modèles tels qu'une carte, un globe terrestre, en regardant des vidéos et des photographies animées, en manipulant des modèles gonflables 3D,
- Les élèves doivent comprendre que la perception de la forme de la terre (plate ou sphérique) dépend de la position relative de l'observateur (à la surface ou à distance),
- Les élèves doivent être capables d'utiliser de nombreuses formes d'expression et de symboles (dessins, collages) pour décrire la différence de perspective,
- Les élèves doivent communiquer leurs explorations (à l'aide de descriptions, de dessins, etc.).

## Temps nécessaire (environ) :

10-15 heures

## Matériel :

Plasticine, carte, globe, flèches en papier, vidéos, livres pour élèves, photographies d'un lieu sous différents angles, papiers et marqueurs, dessins, collages, etc.



## Le jour et la nuit (4-6 ans)

Konstantinos Ravanis et Maria Kampeza (*Université de Patras*)

### Domaine :

Sciences physiques

### Niveau d'enseignement :

Maternelle

### Mots clés :

La Terre tourne, alternance jour et nuit, système solaire

### Prérequis :

La forme de la Terre et des autres planètes ainsi que le système solaire. Aider les élèves à penser en termes de modèles (car les idées intuitives empêchent les élèves de comprendre les concepts pertinents).

### Brève description :

Les élèves sont encouragés à exprimer leurs idées sur l'alternance du jour et de la nuit, à faire des prédictions à l'aide de modèles et à obtenir des données provenant de sources d'informations secondaires (vidéos, livres). Les discussions sur différentes idées sont mises en évidence et l'utilisation de différentes formes de représentations est encouragée afin de réfléchir au concept du jour et de la nuit en relation avec l'idée que la Terre tourne.

### Séquence d'activités :

1. Que se passe-t-il dans l'espace? Les rayons du soleil n'atteignent qu'un côté des planètes: Les élèves utilisent une lampe et des balles de différentes tailles (pâte à modeler, polystyrène, etc.) dans une zone sombre de la classe et font des prédictions avec la lampe éteinte. Ils observent ce qui se passe lorsque la lampe est allumée.
2. Où avons-nous besoin de lumières? Les élèves utilisent une lampe et un globe. Ils ont dessiné de petites maisons en papier, certaines avec des fenêtres lumineuses (éclairées), d'autres avec des fenêtres sombres et les collent de chaque côté du globe pour justifier leur choix.
3. Utilisation de livres et de vidéos: les élèves regardent des vidéos pertinentes et lisent des livres. Ils sont encouragés à

partager leur compréhension et à comparer leurs idées antérieures à la lumière des nouvelles informations. Les enseignants doivent être prudents avec le choix des mots (par exemple, la question « qu'arrive-t-il au soleil la nuit? » Peut déclencher des réponses différentes).

4. Nuit et jour, montrez-moi comment cela se passe: les élèves fabriquent, utilisent et présentent un modèle bidimensionnel en papier représentant le mouvement de la Terre, du Soleil et de la Lune. Les élèves présentent le modèle à leurs camarades de classe et proposent des explications sur l'alternance jour et nuit.

5. Jeu de rôle: le soleil et les planètes. Les élèves en groupes modélisent le système solaire en utilisant leur corps. Ils doivent décider eux-mêmes où se tenir (par exemple, former un cercle, le soleil au milieu) et comment ils doivent se déplacer (autour du soleil et autour d'eux-mêmes). Ils discutent s'ils sont placés en journée ou dans la nuit.

### Résultats d'apprentissage :

- Les élèves doivent expliquer l'alternance du jour et de la nuit,
- Les élèves doivent établir une corrélation jour / nuit avec les côtés lumineux et sombre du globe à l'aide d'un modèle,
- Les élèves doivent pouvoir raisonner sur l'alternance du jour et de la nuit en fonction du mouvement de la Terre autour de son axe.
- Les élèves doivent communiquer leurs investigations (à l'aide de descriptions, de dessins, etc.).

### Temps requis (environ) :

10-15 heures

### Matériel :

Rideaux occultant pour la classe, livres, vidéos, balles de différentes tailles (pâte à modeler, polystyrène, etc.), une lampe, un globe terrestre, des dessins de maison avec des fenêtres lumineuses et sombres, des marqueurs et des papiers pour les documents, des dessins, etc.



## Énergie et panneaux solaires (4-6 ans)

Glykeria Fragkiadaki et Konstantinos Ravanis (*Université de Patras*)

### Domaine :

Sciences physiques

### Niveau d'enseignement :

Maternelle

### Mots clés :

Batterie, fils, circuit, circuit, panneau solaire

### Prérequis :

Familiarisation avec le matériel pédagogique (piles, fils, panneaux solaires, etc.) et la production de documents

### Brève description :

Les élèves sont encouragés à participer à des expérimentations initiées par eux et par l'enseignant afin de faire fonctionner les appareils et de se concentrer sur certains aspects du concept de l'énergie. Ils expérimentent avec le matériel mis à disposition (éléments de circuits électriques, ou panneaux solaires) afin de construire une explication (ne pas définir l'énergie en termes de ce qu'elle "est", mais ce qu'elle "fait"). Ils utilisent différentes formes de représentation de leurs idées.

### Séquence d'activités :

1. Comment allumer l'ampoule ? Les élèves en petits groupes doivent résoudre le problème pourquoi l'ampoule ne produit pas de lumière ou pourquoi un petit ventilateur ne tourne pas. Ils essaient différentes façons de connecter les fils et la pile, observent et tirent des conclusions.
2. Couper, coller et dessiner: Les élèves découpent et collent individuellement sur un morceau de papier des photos de la pile et de l'ampoule. Ils doivent dessiner les fils de manière à ce que le circuit puisse fonctionner. Ils expliquent leur dessin à l'enseignant.
3. Expliquer comment cela fonctionne: Les élèves en

groupes créent une affiche afin d'expliquer à leurs camarades de classe comment utiliser l'appareil. Ils utilisent de petites flèches en papier pour montrer le "flux" d'énergie.

4. Comment peut-il fonctionner sans la pile ? Les élèves expérimentent avec le panneau solaire, font des prédictions, des observations et tirent des conclusions.

5. Où devrions-nous placer les panneaux solaires dans la cour d'école pour les faire fonctionner ? Les élèves en groupe doivent décider où placer les panneaux solaires afin de les faire fonctionner le plus longtemps possible.

### Objectifs d'apprentissage :

- Les élèves doivent être capables de faire fonctionner des circuits électriques simples et de résoudre des problèmes concernant leur fonctionnement,
- Les élèves doivent poser des questions qui peuvent être explorées par l'expérience,
- Les élèves doivent décrire ou représenter la disposition des éléments du circuit électrique en utilisant diverses formes d'expression (dessin, affiche, etc.),
- Les élèves doivent comprendre que l'énergie solaire est une forme d'énergie durable,
- Les élèves doivent communiquer leurs recherches (à l'aide de descriptions, de dessins, etc.).

### Temps nécessaire (environ) :

10-12 heures

### Ressources :

Piles, fils, douille et ampoule ou ventilateur, panneaux solaires, marqueurs, papiers, colle, photos des appareils.

### Reference:

[http://www.ecedu.upatras.gr/fibonacci/files/LAMBA\\_KOLI\\_OPOULOS\\_GOUSKOU.pdf](http://www.ecedu.upatras.gr/fibonacci/files/LAMBA_KOLI_OPOULOS_GOUSKOU.pdf)



## Lumière et ombre (4-5 ans)

Konstantinos Ravanis et Glykeria Fragkiadaki (*Université de Patras*)

**Domaine :**

Sciences physiques

**Niveau d'enseignement :**

Maternelle

**Mots clés :**

La lumière, l'ombre, la forme et les conditions de l'ombre

**Prérequis :**

Utilisation et fonctionnement d'une lampe de poche et production de documents

**Brève description :**

Les élèves participent à des activités initiées par eux et par l'enseignant qui permettent l'expérimentation avec la lumière et différents objets. À partir d'expériences quotidiennes avec leurs corps, les élèves sont encouragés à poser des questions et à partager leurs observations sur la forme ou la couleur de l'ombre, la disposition de la lumière et de l'objet afin de faire apparaître l'ombre dans des endroits spécifiques et la correspondance du nombre de sources de lumière avec le nombre d'ombres qui seront formées.

**Séquence d'activités :**

1. Quelle est la couleur, la forme et les caractéristiques d'une ombre ? Les élèves font des observations et des investigations avec leur corps comme obstacle à la lumière du soleil dans la cour de l'école. Des discussions de groupe suivent afin de partager les idées.
2. Les ombres changent-elles de couleur, de forme ou d'autres caractéristiques ? Les élèves décident d'expérimenter dans la cour d'école en utilisant des jouets petits ou grands et d'autres objets de la classe (qu'ils mettent debout ou couchés) pour observer, décrire et expliquer des changements ou non dans les caractéristiques de l'ombre.
3. Que se passe-t-il lorsque nous obstruons la lumière ? Des objets et des matériels transparents, non - transparents ou percés sont utilisés comme obstacles à la lumière. Les élèves en petits groupes observent et documentent leurs observations (dessins).
4. Comment former une ou plusieurs ombres dans la classe ?

Les élèves en petits groupes utilisent des lampes de poche et divers objets. Des discussions de groupe ont suivi, mettant l'accent sur la question « comment pouvons-nous avoir deux ombres du même objet ». Les élèves ont essayé différentes techniques et tiré des conclusions.

5. Comment pouvons-nous former des ombres à des endroits spécifiques ? Les élèves par deux ont reçu un petit jouet et une lampe de poche. L'enseignant a utilisé un crayon pour indiquer l'endroit où l'ombre doit apparaître (par exemple sur le côté droit du gorille). Les élèves font des prédictions et les testent. L'accent est mis sur la présence des trois éléments, lumière - obstacle - ombre, ainsi que sur l'alignement de ces éléments.

6. Fabriquons des ombres chinoises : Les élèves en groupe utilisent leurs mains avec d'autres matériels pour présenter une histoire courte aux camarades de classe.

**Résultats d'apprentissage :**

- Les élèves doivent comprendre que la lumière (naturelle ou artificielle) est une condition nécessaire à la formation d'une ombre,
- Les élèves doivent être capables d'expliquer le processus de formation d'une ombre et l'agencement de la position de la lumière et de l'objet afin de former une ombre,
- Les élèves doivent comprendre qu'une ombre a une forme spécifique qui dépend de la forme de l'objet qui a bloqué la lumière,
- Les élèves doivent être capables de faire le lien entre le nombre de sources de lumière et le nombre d'ombres qui se forment,
- Les élèves doivent communiquer leurs investigations (à l'aide de descriptions, de dessins, etc.).

**Temps nécessaire (environ) :**

10-12 heures

**Matériel :**

Des rideaux occultant dans la classe, des objets divers (transparents et non transparents), des jouets petits ou grands, des lampes de poche, du papier et des marqueurs pour les traces écrites.



## De la graine aux graines (5-6 ans)

Lucia Stelli (*ANISN Pise*)

### Domaine :

Découvrir le monde vivant

**Niveau scolaire :** GS de maternelle

### Mots clés :

Propriétés sensorielles, classification, transformation, croissance, plante, graine, fleur, fruit, vie, cycle

### Prérequis :

Mots pour exprimer les propriétés tactiles, visuelles et auditives.

### Brève description :

La séquence commence par la reconnaissance de graines dans un récipient qui ne contient pas que des graines. Le partage des informations que possèdent les enfants et l'observation de la germination des graines aboutira sur une première définition de la « graine » et du concept du cycle biologique des plantes à fleurs. Il est proposé de prendre comme exemple le petit pois : de la graine à la fleur, puis au fruit et enfin à de nouvelles graines. Ce choix est pertinent car il est possible d'observer l'intégralité du cycle de cette plante pendant la période scolaire. Par ailleurs, les fleurs de Papilionacées sont largement répandues dans les plantations herbacées, arborées et arbustives. L'observation et la dissection de ce type de fleur constitue également un modèle qui va au-delà des représentations stéréotypées des plantes présentes dans les dessins destinés aux enfants.

### Séquence d'activités :

1. Classification d'un mélange de graines et d'objets ressemblant à des graines. L'activité commence avec l'histoire de la découverte d'un sac contenant des objets censés servir de pions pour une partie de bingo. Il est demandé aux enfants de regrouper les différents objets et si possible de les identifier.
2. Reconnaissance des graines : Après avoir comparé les différents groupes, on énonce les caractéristiques sensorielles des graines et on commence à les identifier et à les classer (graines ou autres objets).
3. Détection des caractéristiques des graines : la description des graines s'affine et leurs principales propriétés sensorielles sont partagées.
4. De la graine à la plante. Expériences sur la germination :

une fois admis qu'une graine plantée dans la terre peut devenir un jeune plant, on observe la germination sur un lit de coton humide.

5. Observation des fleurs du plant de petit pois. On observe la croissance du semis de petit pois et l'apparition de fleurs, en se concentrant sur les différents éléments de la fleur. Après dissection de la fleur, on remarque qu'il ne s'agit pas du même type de fleur que celles illustrées dans les livres pour enfants. L'observation des différents éléments à l'aide d'un compte-fils dévoile un légume miniature (transformation de l'ovaire). On comprend que c'est l'intérieur de la fleur qui devient le fruit.

6. De la fleur au fruit. J'ouvre le fruit et je trouve la graine. On observe la transformation de la fleur en fruit. Lorsque le légume a grossi, on voit que les graines qu'il contient sont très similaires à celles qui ont germé au tout début. À ce stade, on ne considère pas la graine comme « l'ébauche » d'une nouvelle plante, mais comme une partie intégrale de la plante.

7. La reconstitution du cycle de la vie du petit pois : on étudie et vérifie les différentes phases du cycle de la vie du petit pois et des plantes à fleur en général. On doit arriver à la conclusion qu'une graine donne plusieurs graines, d'où la continuité de la vie.

### Objectifs pédagogiques :

- Développer les compétences de perception, description et classification ;
- Décrire certaines des principales propriétés des graines ;
- Identifier les grandes transformations à la base du cycle de vie des plantes à fleur ;
- Reconnaître une fleur de Papilionacée ;
- Savoir qu'il existe plusieurs sortes de fleurs.

### Durée :

10 à 12 heures.

### Matériel :

Un sac en tissu de couleur et des petits sacs, un mélange de graines et d'autres objets plus ou moins similaires à des graines, une loupe, du coton, des pots et de la terre pour les semis. Ressources technologiques (tableau blanc interactif, ordinateur, appareil photo numérique).



## Des moulins à vent aux bulles (5-6 ans)

Maggiorana Giannessi et Fiorella Mazzanti (*ANISN Pise*)

### **Domaine :**

Découvrir le monde vivant

**Niveau scolaire :** GS de maternelle

### **Mots clés :**

Air, vent, bulles

### **Prérequis :**

Les enfants sont plus à l'aise s'ils savent parler, même si le but de cette séquence est d'encourager tout type de communication, à la fois verbale et graphique.

### **Brève description :**

Cette séquence pédagogique se divise en plusieurs expériences simples qui, présentées sous la forme de jeux, permettent aux enfants de se familiariser avec l'air et le vent en se basant sur ce que perçoivent leurs sens. Les enfants observent ainsi ce qui se passe dans la nature et travaillent en petits groupes pour acquérir certaines connaissances sur l'air. À l'aide de jeux faciles, ils perçoivent la présence et le déplacement de l'air. Ils prennent conscience que l'air se déplace dans la nature : c'est ce que l'on appelle le vent. L'attention se concentre sur l'interaction de l'air et de l'eau, avec la formation de bulles. Cette activité peut être enrichie par quelques histoires, berceuses ou chansons autour du thème du vent.

### **Séquence d'activités :**

1- Percevoir le déplacement de l'air et observer ses

conséquences. On donne aux enfants des moulins à vent et on place des petits bateaux dans une bassine. On leur demande de souffler et de décrire ce qui se passe. Ensuite, on leur distribue des éventails. Les enfants doivent les faire bouger devant leur visage et dire ce qu'ils ressentent.

2- Observer le déplacement de l'air dans la nature : le vent. Des jeux d'extérieur sont installés. À l'occasion d'une journée légèrement venteuse, on demande aux enfants ce qui se passe avec les moulins à vent, les arbres, les feuilles, leurs cheveux, leurs uniformes, les portes... Si le vent est un peu plus fort, on demande aux enfants d'écouter le bruit du vent et d'essayer de le reproduire.

3- Observer l'action de l'air sur l'eau. On donne des pailles et des verres d'eau aux enfants, qui doivent souffler dedans. Ce jeu leur donne l'opportunité de faire des bulles.

### **Objectifs pédagogiques :**

- Développer la curiosité des enfants pour les phénomènes naturels ;
- Prendre conscience des phénomènes naturels comme le vent ;
- Approfondir leurs connaissances sur l'air, qui seront utiles pour leur scolarité future ;
- Apprendre à discuter, interagir et écouter correctement.

**Durée :** 10 heures.

### **Matériel :**

Moulins à vent, bassine remplie d'eau, bouteilles en plastique, ballons de baudruche, bateaux en papier, pailles.



## Semis, grandeurs et temps (3-4 ans)

Christelle BOYA (*conseillère pédagogique, Chateaubourg*), Marie Laure BRISSE (*Maîtresse formatrice Chateaubourg*), Laëtitia BUENO-RAVEL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Sylvain DUCHEMIN (*Professeur des écoles, Pacé*), Erwan GARDAN (*Maître formateur, Combourg*), Séverine JACQUET (*Professeure des écoles, Saint Aubin du Cormier*), Henri LE GAL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Tiphaine LE MEHAUTE (*Espé de Bretagne, Rennes*)

### Domaine :

Découvrir le monde vivant

**Niveau scolaire :** PS de maternelle (3-4 ans)

### Mots clés :

Graine, semer, germer, plante

### Prérequis :

Pas de prérequis

### Brève description :

- réaliser des semis de graines (comme le jardinier)
- anticiper sur le développement (que va-t-il se passer ?) / recueil des représentations initiales
- observer jusqu'à ce que quelque chose sorte de terre
- mesurer le temps
- anticiper sur le développement et sur la taille
- observer/constater les transformations
- prendre des photos
- comparer/trier/classer
- réinvestir.

### Séquence d'activités :

**Activité préalable :** apport de "trésors" en classe (graines de radis, de haricots, de capucines, d'œillets, de petits pois et des cailloux). Les trier et classer. Mise en mots des critères de tri/classement.

**Séance 1,** situation d'entrée : Lecture d'un album inducteur ; Parallèlement, se demander : "Que faire de nos graines ?" réalisation du semis comme dans l'album.

**Séance 2,** émergence du questionnement : que vont devenir les graines ? Que devons-nous faire ?

**Séance 2,** recueil des représentations : je dis ce que je pense.

**Séance 3,** observation : observer tous les jours, réaliser des photos, afficher les photos.

**Séance 3,** observation : quelque chose est sorti de terre.

**Séances 4, 5, 6...**, observation et langage sur l'observation : les enfants parlent de ce qu'ils voient.

**Séances 4, 5, 6 bis...**, observation : les enfants continuent d'observer les changements, de prendre des photos et de parler de ce qu'ils voient.

### Compétences / objectifs d'apprentissage

#### 1. Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions

- Communiquer avec les adultes et avec les autres enfants par le langage, en se faisant comprendre.
- S'exprimer dans un langage syntaxiquement correct et précis. Reformuler pour se faire mieux comprendre.
- Pratiquer divers usages du langage oral : décrire, évoquer, questionner, proposer des solutions.
- Participer verbalement à la production d'un écrit.

#### 2. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée

- Classer selon les caractéristiques des graines
- trier des graines (graine / non graine).

#### 3. Explorer le monde / Découvrir le monde vivant

- sensibiliser à la notion de durée (« beaucoup / pas beaucoup », nombres de jours)
- exprimer un rang / une position sur un calendrier (« avant », « après », « plus/moins longtemps »)
- Reconnaître quelques étapes du développement d'un végétal, dans une situation d'observation du réel (de la graine à la plante)
- Choisir, utiliser et savoir désigner des outils et des matériaux adaptés à une situation, à des actions techniques spécifiques (semier)
- Développer les capacités d'observation.

### Ressources :

- Album de littérature de jeunesse, exemples : Courtin, T. (1997). *T'choupi jardine*. Paris : Nathan Jeunesse.
- Vaugelade, A. (1995). *L'histoire du bonbon*. Paris : L'école des loisirs.
- Article de recherche en mathématiques : Bueno-Ravel, L., Catherine Monnier, & Sicard, M. (2013). *Tris de graines*. IREM de Bordeaux.
- Pots (en matière décomposable) ;
- Pots de taille moyenne pour rempotage ;
- Terreau ;
- Graines de haricot, de radis ;
- Matériel de jardinage (plantoir à bulbe) ; arrosoir
- Soucoupe de jardinière pour la réserve d'eau.

**Durée :** 5 – 6 heures (réparties sur des temps d'accueil, d'atelier, des regroupements...)





## Semis, croissance et mesures (5-6 ans)

Christelle BOYA (*conseillère pédagogique, Chateaubourg*), Marie Laure BRISSE (*Maîtresse formatrice Chateaubourg*), Laëtitia BUENO-RAVEL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Sylvain DUCHEMIN (*Professeur des écoles, Pacé*), Erwan GARDAN (*Maître formateur, Combourg*), Séverine JACQUET (*Professeure des écoles, Saint Aubin du Cormier*), Henri LE GAL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Tiphaine LE MEHAUTE (*Espé de Bretagne, Rennes*)

**Domaine :** Découvrir le monde vivant

**Niveau scolaire :** MS-GS de maternelle (5-6 ans)

**Mots clés :**

Graine, germer, plante, grandir

**Prérequis :**

Savoir qu'une graine donne une plante, une sorte de graine donne une sorte de plante.

**Brève description :**

- réaliser des semis de graines (comme le jardinier)
- anticiper sur le développement (que va-t-il se passer ?) / recueil des représentations initiales / anticiper sur le temps
- observer jusqu'à ce que quelque chose sorte de terre/mesurer le temps
- anticiper sur le développement et sur la taille
- observer/dessiner/constater les transformations
- comparer/mesurer des grandeurs
- réinvestir.

**Séquence d'activités :**

**Séance 1 - situation d'entrée :** lecture d'un album inducteur ; réalisation du semis comme le jardinier.

**Séance 2 - émergence du questionnement :** que vont devenir les graines ? Que devons-nous faire ?

**Séance 2bis - recueil des représentations :** je dessine ce que je pense. Je marque sur le calendrier quand je pense que ça va pousser.

**Séance 3 - observation/mesure de la durée :** mesurer en comptant les jours d'attente sur le calendrier.

**Séance 3 - observation :** quelque chose est sorti de terre.

**Séances 4, 5, 6... - observation et dessin d'observation :** les enfants dessinent ce qu'ils voient et en parlent.

**Séances 4, 5, 6 bis... - observation / comparaisons des longueurs :** les enfants découpent et comparent des bandelettes ayant la longueur de la plante et en déduisent la croissance tout en continuant à structurer le temps.

**Séance 7 - s'interroger et imaginer un dispositif pour savoir ce qui se passe sous la terre :** après remise en question du lien entre la graine semée et la plante qui pousse, les enfants imaginent un moyen leur permettant de voir. Les nouvelles observations mettent en évidence le lien entre la graine semée et la plante qui pousse.

**Séance 8 - évaluation des élèves par le réinvestissement :**

les élèves ont à réaliser un nouveau semis.

**Compétences / objectifs d'apprentissage**

**1. Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions**

- communiquer avec les adultes et avec les autres enfants par le langage, en se faisant comprendre.
- s'exprimer dans un langage syntaxiquement correct et précis. Reformuler pour se faire mieux comprendre.
- pratiquer divers usages du langage oral : décrire, évoquer, expliquer, questionner, proposer des solutions, discuter un point de vue.
- participer verbalement à la production d'un écrit

**2. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée**

- ranger des objets selon un critère de longueur (plante)

**3. Explorer le monde / Découvrir le monde vivant**

- sensibiliser à la notion de durée (« beaucoup / pas beaucoup », nombres de jours)
- exprimer un rang / une position sur un calendrier (« avant », « après », « plus/moins longtemps », « combien de jours après ? »)
- reconnaître les principales étapes du développement d'un végétal, dans une situation d'observation du réel (de la graine à la plante).
- choisir, utiliser et savoir désigner des outils et des matériaux adaptés à une situation, à des actions techniques spécifiques (semer).
- développer les capacités d'observation et de représentation en étant fidèle au réel (dessin d'observation)

**Durée :** 5 – 6 heures (réparties sur des temps d'accueil, d'atelier, des regroupements...)

**Ressources :**

- album de littérature de jeunesse à propos de jardinage, par exemple, Voltz, C. (1997). *Toujours rien ?* Rodez: Éd. du Rouergue. Consulté 15 avril 2018, à l'adresse <https://www.christianvoltz.com/books.php?album=toujours-rien&image=4-toujours-rien> ]
- pots (en matière décomposable) ; pots de taille moyenne pour rempotage ; terreau ; graines de haricot, de radis ; plantoir à bulbe ; arrosoir ; soucoupe de jardinière ;
- bandelettes de papier ; grande feuille de papier pour affichage



## Robotique didactique (5-6 ans)

Vanna Serani (ANISN Pise)

### Domaines :

Explorer le monde des objets

**Niveau scolaire :** Maternelle

### Mots clés :

Robot, éducation

### Prérequis :

Aucun

### Brève description :

Cette séquence vise à changer le regard que portent les élèves sur les nouvelles technologies, en intégrant l'utilisation d'ordinateurs et de plateformes robotiques à des fins pédagogiques.

Cette activité implique l'utilisation de robots (BeeBot et BlueBot) dans le but de se rapprocher, par le jeu, de l'univers de la robotique et de développer en parallèle des compétences comme l'orientation dans l'espace réel et figuratif et l'orientation dans la dimension temporelle.

### Séquence d'activités :

1. Situation initiale : Qu'est-ce qu'un robot ? (15 min)
2. Découverte de BeeBot et BlueBot : BeeBot arrive dans sa boîte, ce qui montre aux enfants comment ce petit robot abeille se présente.
3. Dessin du BeeBot de mémoire (30 min) : le BeeBot est mis de côté puis les enfants dessinent et reconstruisent le petit robot en essayant de se souvenir des détails.

4. Réflexion sur les fonctions des boutons du BeeBot (15 min) Chaque enfant devine à quoi servent les boutons (les quatre flèches et les boutons Effacer et Pause).

5. Déplacement de BeeBot et BlueBot sur une carte : pendant cette phase, l'enfant apprend les bases de la programmation :

- Programmer manuellement BeeBot ;
- Écrire/Dessiner un algorithme pour déplacer BeeBot d'un point A à un point B ;
- Décoder un mouvement observé, le coder et le reproduire.

### Objectifs pédagogiques spécifiques :

- Utiliser et jouer avec des matériaux structurés et de construction ;
- Découvrir les fonctions de BeeBot et BlueBot ;
- Identifier la position des objets et des personnes dans l'espace à l'aide de mots comme *en avant, en arrière, au-dessus, en dessous, gauche, droite...* ;
- Suivre correctement un chemin à partir d'indications verbales.

**Durée :** 10 à 12 heures.

### Matériel :

BeeBot, BlueBot, feuilles quadrillées, feuilles blanches avec une grille dessinée, crayons feutres, cartes, bouchons de bouteilles.



## Robotique – repérage et déplacements dans l'espace (4-6 ans)

Catherine GOUJON (*Formatrice, Espé de Bretagne, Rennes*) et Nathalie PERENNES (*Maîtresse formatrice, école de Saint-Marc*)

### Domaines :

Explorer le monde des objets  
Se repérer dans l'espace

### Niveau scolaire :

Maternelle MS-GS (4-6 ans)

### Mots clés :

Coder, espace, programmer, robot, (se) situer

### Prérequis :

- Réaliser des courses d'orientation dans l'espace de l'école
- Se déplacer sur des quadrillages (salle de motricité et cour de l'école) : travail corporel
- Se repérer sur un tableau à double entrées
- Coder et décoder un déplacement sur un quadrillage (numérique)

### Brève description :

- faire l'expérience des espaces et des déplacements dans l'espace avec Toporama (manipulation de cartes dans l'espace), Zoom (programmation graphique) et Beebot (robot) ; anticiper des déplacements ;
- Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères ;
- Se situer par rapport à d'autres, à des objets repères à travers des échanges langagiers ;
- Utiliser les marqueurs spatiaux adaptés dans les descriptions, selon les situations et outils utilisés
- Programmer Beebot et Zoom

### Séquence d'activités :

#### Séance 1 – découverte du robot Beebot

- Faire l'expérience des espaces et de différents déplacements dans l'espace
- Par 2, décrire un paysage pour que l'autre le construise avec les cartes adaptées (Toporama)
- Programmer Zoom
- Programmer Beebot
- Anticiper les itinéraires de Zoom et du robot Beebot

#### Séances 2 et 3 – émergence du problème de repère

- Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères.
- Se situer par rapport à d'autres, à des objets repères à travers des échanges langagiers

- rappel du vocabulaire adapté des déplacements et codage pour affichage dans la classe (code commun)
- situation aveugle et guide pour faire atteindre le lieu défini à travers les échanges langagiers (salle de motricité, classe ou préau)

- déplacements sur quadrillage papier (figurines)
- programmer les déplacements par le code étiquette pré établi avec Beebot

**Séances 4-5-6 : utiliser des marqueurs spatiaux** adaptés aux situations et aux outils

- Zoom : utiliser les marqueurs spécifiques pour des déplacements
- Beebot : manipuler des étiquettes avant programmation
- Toporama : par 2, codage et décodage
- Déplacements de figurines sur quadrillage papier : enseignante puis élèves par 2 (annonce par un élève et écriture sur fiche par un autre).

#### Séance 7 : évaluations

- Programmer Beebot pour qu'il arrive à destination (3 programmations)
- Programmer avec Zoom pour "obtenir le feu d'artifice"
- Décrire le placement des objets du Toporama pour que l'élève qui a les instructions obtienne le même décor que l'élève instructeur.

### Compétences / objectifs d'apprentissage

- Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères
- Se situer par rapport à d'autres, par rapport à des objets repères
- Dans un environnement bien connu, réaliser un trajet, un parcours à partir de sa représentation (dessin ou codage)
- Élaborer des premiers essais de représentation plane communicable (construction d'un code commun)
- Utiliser des marqueurs spatiaux adaptés (devant, derrière, droite, gauche, dessus, dessous) dans des descriptions ou des explications
- Utiliser des objets numériques : robot programmable ; programmation graphique

**Durée :** 7 séances

### Ressources :

- Logiciel Zoom "Structuration de l'espace" (Jocatop)
- Jeu Toporama (Nathan)
- Robot Beebot et matériel adapté (tapis, étiquettes).



## Le Train des Lapins (5-6 ans)

Lætitia BUENO-RAVEL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Erwan GARDAN (*Maître formateur, Combourg*) et Typhaine LE MEHAUTE (*Espé de Bretagne, Rennes*)

**Domaine :** Mathématiques

**Niveau scolaire :** GS de maternelle (5-6 ans)

**Brève description :**

- Situation auto-validante avec du matériel manipulable et un logiciel libre associé – Travail de groupe – travail individuel
- Un lapin est posé dans un des wagons du “train-modèle”. Après avoir observé leur “train modèle”, les élèves doivent se déplacer jusqu’à leur “train personnel” et placer un lapin dans le même wagon que celui du “train modèle”
- La validation se fait en plaçant le “train personnel” sous le “train modèle”
- Le recours aux nombres pour déterminer une position est la procédure visée.

**Mots clés :**

Nombre, position, rang, logiciel, manipulation.

**Prérequis :**

- Connaître la suite numérique et savoir compter jusqu’à 12.
- Connaître le vocabulaire : wagon, locomotive

**Séquence :**

**Séance 1, Familiarisation et diagnostic :** Se familiariser avec le matériel, le logiciel, le vocabulaire associé et évaluation diagnostique des connaissances des élèves

**Séance 2, Appropriation et apprentissage :** Faire comprendre la situation sans obstacle (deux trains l’un sous l’autre) dans un premier temps puis avec obstacle dans un second temps (deux trains éloignés). Synthèse

**Séances 3-4, entraînement :** entraînement sur le logiciel ou avec le matériel manipulable.

**Séance 5, institutionnalisation :** trace écrite avec photo dans le cahier de l’élève ou affiche dans la classe.

**Séance 6, consolidation :** logiciel laissé en autonomie lors

du temps d’accueil ou d’autres temps identifiés.

**Compétences / objectifs d’apprentissage**

**1. Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions**

- Communiquer avec les adultes et avec les autres enfants par le langage, en se faisant comprendre.
- S’exprimer dans un langage syntaxiquement correct et précis. Reformuler pour se faire mieux comprendre.
- Pratiquer divers usages du langage oral : décrire, évoquer, expliquer, questionner, proposer des solutions, discuter un point de vue.
- Participer verbalement à la production d’un écrit

**2. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée / Découvrir les nombres et leurs utilisations**

- utiliser le nombre pour exprimer la position d’un objet ou d’une personne dans le jeu, dans une situation organisée, sur un rang ou pour comparer des positions

**3. Utiliser les TICE**

- Maîtriser les premières bases de la technologie informatique : déplacer le pointeur de la souris, fixer la position du pointeur, double-cliquer

**Durée :** Environ 3 heures

**Ressources :**

**Matériel manipulable :** 6 lots de 2 trains plastifiés identiques (“train modèle + train personnel”), chaque lot ayant une couleur différente + étiquettes lapins plastifiés + barquette et pâte à fixer

**Matériel informatique :** au moins 1 ordinateur + logiciel libre “Train des Lapins”



## Voitures et Garages (4-6 ans)

Lætitia BUENO-RAVEL (*Espé de Bretagne, Rennes*), Erwan GARDAN (*Maître formateur, Combourg*) et Typhaine LE MEHAUTE (*Espé de Bretagne, Rennes*)

**Domaine :** Mathématiques

**Niveau scolaire :** MS - GS de maternelle (4-6 ans)

**Brève description :**

- Situation auto-validante avec du matériel manipulable et un logiciel libre associé – Travail de groupe – travail individuel
- L'élève dispose d'un lot d'environ 6 garages vides. Il doit se déplacer pour aller chercher, en un seul trajet, juste ce qu'il faut de voitures pour que chaque voiture ait un garage et qu'il n'y ait pas de voiture sans garage.
- La validation se fait en garant les voitures dans les garages
- Le recours aux nombres pour déterminer la quantité de voitures est la procédure visée.

**Mots clés :**

Nombre, mémoire quantité, logiciel, manipulation.

**Prérequis :**

- Connaître la suite numérique et savoir compter jusqu'à 6.
- Connaître le vocabulaire : voiture, garage, garer

**Compétences / objectifs d'apprentissage**

**1. Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions**

- Communiquer avec les adultes et avec les autres enfants par le langage, en se faisant comprendre.
- S'exprimer dans un langage syntaxiquement correct et précis. Reformuler pour se faire mieux comprendre.
- Pratiquer divers usages du langage oral : décrire, évoquer, expliquer, questionner, proposer des solutions, discuter un point de vue.
- Participer verbalement à la production d'un écrit

**2. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée / Découvrir les nombres et leurs utilisations**

- Utiliser le nombre pour mémoriser une quantité
- Réaliser une collection dont le cardinal est donné

**3. Utiliser les TICE**

- Maîtriser les premières bases de la technologie informatique : déplacer le pointeur de la souris, fixer la position du pointeur, double-cliquer

**Séquence :**

**Séance 1** - Familiarisation et diagnostic : Se familiariser avec le matériel, le logiciel, le vocabulaire associé et évaluation diagnostique des connaissances des élèves

**Séance 2** - Appropriation et apprentissage : Faire comprendre la situation sans obstacle (garages et voitures proches) dans un premier temps puis avec obstacle dans un second temps (garages et voitures éloignés). Synthèse

**Séances 3-4** - Entraînement : entraînement sur le logiciel ou avec le matériel manipulable.

**Séance 5** - Institutionnalisation : trace écrite avec photo dans le cahier de l'élève ou affiche dans la classe.

**Séance 6** - Consolidation : logiciel laissé en autonomie lors du temps d'accueil ou d'autres temps identifiés.

**Durée :** Environ 2 à 3 heures

**Ressources :**

**Matériel manipulable :** 6 lots de 6 à 12 voitures et garages (boîtes d'allumettes), chaque lot ayant une couleur différente + barquette pour rapporter les voitures

**Matériel informatique :** au moins 1 ordinateur + logiciel libre "Voitures et Garages"



## Quel avion vole le plus loin ? (5 - 6 ans)

Sharyn Baldacchino (*Malte*)

### Domaine

Sciences physiques

### Niveau scolaire

Maternelle

### Mots clés :

Distance, mesure, résultats

### Prérequis :

Observation, dextérité, suivre des instructions.

### Brève description :

Les enfants fabriquent des avions en papier à l'aide de différents types de matériaux, comme du papier pour imprimante, du carton et du papier journal, en utilisant à chaque fois le même modèle d'avion et les mêmes dimensions. Parmi l'avion en papier pour imprimante, en carton et en papier journal, les enfants testent l'avion qui vole le plus loin en les envoyant puis en notant la distance de chaque vol. Ils reportent la distance de vol de chaque avion en papier dans un tableau puis en discutent entre eux.

### Enquête/Description de l'activité :

**Lancer l'activité** - L'enseignant prend un avion en papier pour imprimante et le fait voler dans la classe. Demander aux enfants s'ils ont déjà fait voler un avion en papier. Leur laisser le temps de partager leurs expériences et d'en parler. Faire voler l'avion à nouveau dans la classe pour éveiller l'intérêt.

Poser le problème - Dire aux enfants : « Deux de mes amis m'ont dit que leur avion volait plus loin que le mien alors qu'un l'un d'entre eux l'a fabriqué en carton et l'autre en papier journal ». Demander aux enfants ce que l'on peut faire pour vérifier. Les guider afin qu'ils imaginent leur propre enquête pour savoir quel avion vole le plus loin. Que peut-on faire pour le savoir ? Comment le faire ?

**Enquête** - Les enfants s'entraînent en fabriquant un avion simple à partir d'une feuille de papier. Une fois leur avion fabriqué, ils peuvent commencer l'enquête. Rappeler la problématique aux enfants : Quel avion vole le plus loin ? Demander : Que puis-je faire pour savoir quel avion vole le plus loin ? Pendant cette phase, les enfants conçoivent et vérifient leurs hypothèses. Les guider pour aboutir à une enquête carrée afin de tester les différents types de matériaux utilisés pour fabriquer les avions

**Prédiction** - Donner à chaque groupe une feuille de prédiction. Poser la question : D'après vous, quel avion va voler le plus loin : celui en papier pour imprimante, en carton ou en papier journal ? Pourquoi ? Discuter des variables comme le type de papier utilisé : papier journal, carton ou papier pour imprimante, qui changent dans cette expérience. Leur demander de noter leurs prédictions sur leur feuille.

**Enquête** - Donner différents papiers à chaque groupe pour fabriquer des avions en papier pour imprimante, en carton et en papier journal, en utilisant à chaque fois le même modèle d'avion et les mêmes dimensions. Une fois les avions fabriqués, les emmener dehors ou en salle de sport pour les faire voler. (S'il y a du vent, les résultats seront plus probants en intérieur). Utiliser un plot de sport ou du ruban adhésif pour signaler la ligne de départ. Chaque groupe fait voler ses 3 avions depuis ce point, puis mesure (à l'aide d'un mètre ruban ou d'une cordelette) la distance parcourue par chaque avion. Les enfants notent les résultats pour pouvoir les commenter par la suite.

**Évaluation** - Demander : Quel avion vole le plus loin ? Votre expérience a-t-elle fourni une réponse au problème ? Commenter les résultats de chaque groupe. Proposer aux enfants de résumer ce qu'ils ont appris, de décrire l'expérience, de présenter leurs résultats, de les comparer avec leurs prédictions et d'expliquer leurs conclusions. (À la fin de la leçon, laisser le temps aux enfants de jouer avec leurs avions en papier)

### Objectifs pédagogiques :

- Prédire quel avion volera le plus loin
- Observer les similitudes et les différences
- Prévoir et mettre en place une enquête
- Mesurer des distances
- Commenter ses résultats

### Durée :

1 heure et 15 minutes (il faudra un peu de temps aux plus jeunes pour apprendre à fabriquer un avion en papier)

### Ressources :

Papier pour imprimante, carton, papier journal (de même taille) ; instrument de mesure adapté aux enfants (par ex. mètre ruban ou cordelette) ; tableau de résultats distinguant les trois types d'avion ; crayon.



# Classons les roches de notre école ! (4-5 ans)

Anita Seguna et Esmeralda Zerafa (*Malte*)

## Domaine

Géologie

## Niveau scolaire

École maternelle

## Mots clés :

Cailloux, dur, mou

## Prérequis

Observer, suivre des instructions.

## Brève description :

Les élèves font une chasse aux cailloux dans l'école. Ils déterminent certaines propriétés des cailloux et les comparent pour mettre en avant leurs différences et leurs similitudes. Ils notent leurs observations dans leur journal scientifique.

## Séquence d'activités :

### *Lancer l'activité (formuler des hypothèses)*

Dire aux enfants que l'objet présent dans le sac à surprise (à savoir un caillou) est très ancien. Leur demander de deviner ce qui pourrait s'y trouver. Les enfants tâtent l'objet et le décrivent. Poursuivre en lisant aux enfants le livre *La grande histoire du petit caillou*, de Sophie Lescaut. Il pourra faciliter la discussion et inciter les élèves à partager leurs observations au sujet des cailloux. Les élèves font une chasse aux cailloux dans la cour de l'école. Ils se regroupent et préparent des questions à poser au sujet des cailloux qu'ils trouveront, par exemple : quelle est sa couleur ? Est-il dur ou mou ? Est-il rugueux ou lisse ?...

### *Enquête*

Les enfants cherchent des cailloux en binômes dans la cour et les allées de l'école. On leur donne une boîte à œufs vide pour y mettre leurs cailloux (leur demander d'en trouver six), ainsi qu'un râteau et une pelle pour creuser, et des lunettes de sécurité pour se protéger. Avant de quitter la classe, veiller à préciser les règles à suivre : ne pas jeter de cailloux, toujours porter les lunettes de protection, etc. De retour en classe, demander aux élèves d'observer leurs cailloux à l'aide d'une petite loupe et discuter en groupe de leurs observations et trouvailles. Les inviter à répondre aux questions préparées avant la chasse aux cailloux et insister sur les propriétés des cailloux trouvés. Les enfants complètent ensuite leur journal scientifique en dessinant leur caillou préféré parmi les six

trouvés, en utilisant la même couleur que le caillou original de façon à ce que le dessin soit le plus proche possible de la réalité. Ils fabriquent également une reproduction de leur caillou en pâte à modeler. Les enfants mesurent leur caillou à l'aide d'unités de mesure non standards comme des cubes à empiler, par exemple. Ils doivent aussi ranger les cailloux par ordre de taille. Ils notent l'ordre dans leur journal scientifique. Enfin, ils soupèsent le caillou et la boule de pâte à modeler et déterminent lequel des deux est le plus lourd.

### *Évaluation (des preuves)*

Pour terminer, reprendre les conclusions des enfants en dessinant un pictogramme. Pour ce faire, se baser sur les réponses aux questions suivantes : Parmi les cailloux trouvés, combien étaient lisses ? Et combien étaient rugueux ?

Combien étaient marron, noirs, blancs ou d'une autre couleur ? Combien étaient plus légers que la reproduction en pâte à modeler ? Et combien plus lourds ? Combien étaient plus gros que deux cubes à empiler ? Et combien plus petits ?

Enfin, demander aux enfants : quelles sont les caractéristiques communes à tous les cailloux trouvés ? Proposer aux enfants de deviner quelles sont les raisons qui expliquent ces caractéristiques communes. Par exemple, sont-elles liées au temps ? À l'emplacement des cailloux ?...

### **Objectifs pédagogiques :**

- Réaliser qu'il existe plusieurs types de cailloux ;
- Observer les points communs et les différences entre les divers types de cailloux ;
- Noter les propriétés des cailloux.

### **Durée :**

60 minutes

### **Ressources :**

Des sacs à surprise (1 par groupe), puis par binôme : plusieurs cailloux (1 par groupe), une boîte à œufs vide, Un râteau, une pelle en plastique, des lunettes de protection, Une loupe, un journal scientifique, des crayons de couleur et à papier, Des cubes à empiler, de la pâte à modeler, Une boule en pâte à modeler (pour la comparer au caillou).



## Flotte et coule (5-6 ans)

Sharyn Camilleri (*Malte*)

### Domaine

Physique

### Niveau scolaire

École maternelle

### Mots clés :

Flotter, couler

### Prérequis

Observation, bases d'écriture

### Brève description :

Lors de cette activité, les enfants expérimentent de plusieurs manières ce qui flotte ou non. Ils partiront d'un objet qui flotte et feront varier sa taille, sa forme et sa couleur pour voir s'il flotte toujours ou non. On en déduit que c'est le matériau qui détermine si un objet flotte ou non, et pas sa taille.

### Séquence d'activités :

#### *Lancer l'activité (formuler des hypothèses)*

On présente aux enfants une bassine d'eau et 8 bougies de la même couleur, mais de formes différentes : petit/gros cylindre, petite/large sphère, petite/grande étoile, petit/grand cône. Mais ces bougies sont toutes de la même couleur (pour l'instant).

Les enfants observent la taille de toutes les bougies et sont invités à deviner si elles flotteront ou non. Ils les classeront peut-être en fonction de leur poids. Les deux catégories seront les objets qui flottent et ceux qui coulent. La classe sera divisée en groupes de 7 enfants. Ils disposeront d'une feuille de papier sur laquelle ils noteront le nom des enfants qui pensent qu'une bougie flotte ou coule et ne seront donc pas obligés d'être tous du même avis.

Ils testeront ensuite la flottabilité des bougies et consigneront le résultat sur une feuille de papier par groupe.

**Enquête** (conception et réalisation d'expériences et observations)

Discuter avec les enfants des résultats attendus. Les bougies ont été séparées en deux catégories suivant qu'ils s'attendent à ce qu'elles flottent ou non (ces dernières étant généralement les plus épaisses et donc les plus lourdes). Après les avoir testées et réorganisées selon qu'elles flottent ou non, les enfants découvrent de nouvelles bougies de couleurs et de formes différentes. Ils les testent à leur tour.

#### **Évaluation (des preuves)**

Pour cette partie de l'activité, les enfants transforment leurs observations en conclusions. Ils en déduisent que la cire flotte toujours, quels que soient sa taille, son poids, sa forme ou sa couleur.

B. La conclusion est que la taille, la forme et la couleur ne conditionnent en rien la flottabilité d'une bougie.

#### **Objectifs pédagogiques :**

Développer des compétences d'observation, de questionnement, de planification et de prise de notes ;

Comprendre que le volume d'un objet n'a aucune incidence sur sa flottabilité, c'est-à-dire que le poids d'un objet n'est pas ce qui détermine s'il flotte ou non ;

Découvrir le concept de flottaison et son contraire au travers de l'expérience directe.

#### **Durée :**

60 minutes

#### **Ressources :**

Une grande bassine remplie d'eau par groupe, des bougies de la même forme (étoiles, cylindres, boules...) de tailles et de couleurs différentes, une feuille pour noter ses résultats et conclusions.





## Le sablier (6-7 ans)

Sabine BERNEDE (*Maîtresse formatrice, école La fée Viviane, IFFENDIC*), Muriel BLAT (*Maîtresse formatrice, école Le haut chemin, PACE*), Dominique COURTES (*Maîtresse formatrice, école Jean Moulin, RENNES*), Alain JAMEAU (*Enseignant-chercheur, ESPE de Bretagne, RENNES*)

### Domaine :

Questionner le monde de la matière et des objets

**Niveau scolaire :** CP (6-7 ans)

### Mots clés :

Construire, durée, langages, matière, objet

### Prérequis :

- Description de la matière par les sens
- Notion de transvasement

### Brève description :

- Élaborer une situation d'entrée qui pose un problème scientifique aux élèves sur le thème de la mesure du temps qui passe.
- Articuler les représentations initiales des élèves avec une question productive.
- Mettre en place des investigations expérimentales pour répondre aux questions productives.
- Construire un sablier avec des bouteilles en plastique.
- Choix de la matière à utiliser dans le sablier / propriétés de la matière des solides.
- Notion de variables/paramètres : la taille du « goulot », la quantité de matière

### Séquence d'activités :

**Séance 1** - situation d'entrée :

- Demander à chaque élève d'apporter un objet de chez lui qui sert à montrer le temps qui passe.
- Tri des objets de mesure du temps

**Séance 2 :**

- Comprendre que les objets triés servent à mesurer la même chose : le temps relatif d'un point a à un point b

**Séance 3 :**

- Construire par l'observation les caractéristiques des paramètres en jeu pour la construction d'un sablier :
  - . les propriétés physiques des différentes matières
  - . la relation de cause à effet sur la taille du trou
- « plus le trou est grand, plus la matière s'écoule vite et inversement avec la même matière »

**Séance 4 :**

Construction par binôme d'un premier sablier en s'appuyant sur :

- l'observation du fonctionnement de l'objet technique
- des savoirs acquis sur les propriétés des matières et la corrélation de la taille du trou avec la longueur du temps

mesuré

**Séance 5 :**

- Construction individuelle de son sablier en s'appuyant sur les essais-erreurs de la séance 4
- À ce niveau, la réalisation de sabliers donnant une mesure précise d'une durée fixée est estimé trop complexe.

### Compétences / objectifs d'apprentissage

1. Acquérir les principales étapes de la démarche d'investigation
  - Observer finement le réel.
  - Formuler et organiser ses observations
  - Anticiper sur des effets attendus.
  - S'interroger et mener des investigations.
2. S'approprier des outils et des méthodes :
  - Utiliser différentes ressources pour mener une observation et/ou une mesure.
3. Pratiquer différents langages
  - Utiliser un vocabulaire approprié
  - Prélever des informations sur des supports différents y compris numériques : dessins d'observation, tableaux, schémas, textes simples.
  - Communiquer et restituer collectivement, à l'oral et à l'écrit ses observations et résultats.
4. Se situer dans l'espace et dans le temps :
  - Construire la durée

**Durée :**

- 7 à 8 heures (1h à 1h30 par séance)
- Les séances de manipulation pourraient être scindées en deux.
- Prévoir des séances décrochées « Maîtrise de la langue » pour les retours sur les synthèses : temps de lecture, de production d'écrit sur les données et observations relevées. Les élèves de cet âge ne sont pas encore suffisamment autonomes sur le monde de l'écrit : adaptation des supports de relevés de données, importance du traitement du dessin d'observation.

**Ressources :** matériel de récupération



## Engrenages (9-11 ans)

Muriel BLAT (*Maîtresse formatrice, école Le haut chemin, PACE*), Alain JAMEAU (*Enseignant-chercheur, ESPE de Bretagne, RENNES*), Juliette LAISNEY (*Professeure des écoles, école Jean Zay, RENNES*), Isabelle MORIN, (*Maîtresse formatrice, école de VIGNOC*) et Mathieu ROLLAND-MARMIER (*Maître formateur, école La rose des vents, BOISGERVILLY*)

**Domaine :** Sciences et technologie

**Niveau scolaire :** Cycle 3 (9-11ans)

**Mots clés :**

Axe, engrenage, mouvement, rotation, roue dentée

**Prérequis :**

Aucun, d'un point de vue scientifique

**Brève description de la séquence :**

- Pratiquer une démarche d'investigation.
- Construire une situation d'entrée qui pose un problème scientifique sur les engrenages.
- Articuler les représentations initiales des élèves et les questions productives.
- Mettre en place des investigations expérimentales pour répondre aux questions productives.
- Décrire un système mécanique à roues dentées
- Percevoir l'influence du nombre de roues dentées et de leur taille sur le sens de rotation et sur la vitesse entre l'entrée et la sortie du mécanisme
- Aborder les notions de paramètres/variables
- Aborder la schématisation

**Séquence d'activités :**

**Séance 1** - Situation d'entrée

Le mécanisme d'un manège est caché (hormis les roues d'entrée et de sortie).

- Poser le problème à résoudre ;
- Faire émerger et recueillir les représentations initiales.

**Séance 2** - Mise en commun ; Travail sur la langue

- Comparer les productions des groupes pour faire émerger des questions productives ;
- Tester des solutions techniques proposées par groupe.

**Séances 3 et 4** - Isoler des paramètres : nombre et taille des roues

- Mettre à l'essai des solutions pour répondre aux questions de la taille et du nombre de roues dentées.
- Créer un code commun et l'adopter pour schématiser.

**Séances 5 et 6** – Découverte d'objets du quotidien

**Séance 7** - Défis : augmenter et diminuer la vitesse de la roue de sortie

**Séance 8** - Évaluations

- Réaliser d'un engrenage, le photographier et le schématiser avec le code de la classe.

**Compétences / objectifs d'apprentissage**

**Acquérir les principales étapes d'une démarche scientifique et technologique.**

- Observer, monter et démonter des objets courants comportant un système mécanique.
- Passer de démarches par tâtonnements à des démarches plus formelles en émettant une hypothèse explicative.
- Travailler en équipe en respectant un rôle.
- Respecter une procédure imposée. Identifier la question, émettre une hypothèse explicative, produire un schéma et une liste de matériel, expérimenter, observer le résultat, conclure
- Formaliser une procédure écrite.
- S'interroger, exploiter des faits pour mener les étapes de l'investigation.
- Proposer des explications ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.
- Imaginer une réponse technique pour répondre à un besoin comme augmenter la vitesse de la roue de sortie ou changer son sens de rotation.
- Apprendre à distinguer une cause de ses effets.
- Replacer et interroger les objets dans leur environnement socio culturel

**S'approprier des outils et des méthodes des sciences et de la technologie**

- manipulation, expérimentation
- Investir des outils variés : matériel expérimental
- Apprendre à travailler au sein d'un groupe : respecter la part de travail à mener par chacun,
- comprendre que les contributions peuvent être différentes et de niveaux variés.

**Pratiquer différents langages en sciences et en technologie**

- Utiliser les formes grammaticales appropriées pour s'exprimer
- Comprendre et utiliser un langage scientifique adapté, acquérir un vocabulaire scientifique et technologique adapté
- Communiquer des résultats

**Durée :** 8 séances

**Ressources :**

- Matériel de construction technique Asco & Celda



## L'air ... notre ami invisible (8-11 ans)

Maggiorana Giannesi, Fiorella Mazzanti, Michela Alberti et Angela Giannetti (*ANISN Pise*)

**Domaine :** Explorer le monde de la matière

**Niveau scolaire :** Cycles 2-3

**Mots clés :**

Plein, vide, forme, volume, poids, solide, liquide, gazeux, élasticité, compressibilité et dilatabilité de l'air

**Prérequis :**

Pour Cette séquence, les enfants doivent avoir la notion des matières solides et liquides et des concepts de forme et de poids.

**Brève description :**

À l'aide de la méthode d'investigation, le but de cette séquence pédagogique en petits groupes est de familiariser les élèves avec le travail en groupe et l'écoute des autres, de développer un regard critique en observant les données recueillies et de commencer à les interpréter pour aiguïser certaines connaissances spécifiques. On commence donc à considérer le travail expérimental comme une approche fondamentale de l'apprentissage scientifique. L'objectif pédagogique spécifique consiste à faire comprendre aux élèves que l'air est une matière, tout comme les matières solides ou liquides, et à aborder le concept du gaz.

**Séquence d'activités :**

1- Que fait le vent ?

En partant de leur vie quotidienne (par ex. ce qui se passe lorsque l'on souffle sur un moulin à vent, lorsque l'on allume le sèche-cheveux puis qu'on le place près d'un tas de feuilles) puis en poursuivant par des simulations et représentations qui reproduisent les actions du vent, les élèves en viennent à conclure que le phénomène du vent est un déplacement d'air.

2- OÙ EST L'AIR ?

Où est l'air ? Peut-on voir l'air ? Comment savoir qu'il y a de l'air ?

3- ON NE VOIT PAS L'AIR MAIS IL EST BEL ET BIEN LÀ

Deux ballons sont fixés sur deux bouteilles : l'un se gonfle et l'autre non. Pourquoi ?

Comprendre, non pas en supposant mais en se basant sur des données objectives, que l'air est partout. Bien qu'il ne soit ni palpable ni visible, l'air est bel et bien présent ! Il est là et il occupe un espace.

4. PEUT-ON DIRE QUE L'AIR A SA PROPRE FORME, SON PROPRE VOLUME ET SON PROPRE POIDS ?

Les élèves doivent comprendre que l'air n'a pas de forme spécifique. Il est compressible et n'a donc pas de volume spécifique non plus, mais il a un poids. L'air a toutes les caractéristiques d'une matière. Il s'agit d'une matière à l'état gazeux.

5. JOUONS AVEC L'AIR

Que ressentez-vous lorsque vous faites du vélo ?

Qu'est-ce qui permet à un cerf-volant de voler ?

Les réponses et les activités, en lien avec des situations concrètes, doivent montrer que les élèves ont acquis des connaissances supplémentaires sur les effets liés à la présence d'air.

**Objectifs pédagogiques spécifiques :**

Développer la curiosité pour son environnement ;

Chercher à expliquer ce que l'on observe ;

S'écouter les uns les autres, transmettre des idées et se remettre en question à l'aide d'un vocabulaire adéquat ;

Apprendre à prendre des notes et utiliser un cahier d'activités qui servira de journal ;

Appréhender le vent comme un mouvement d'air ;

Comprendre que même si on ne le voit pas, l'air est bel et bien là et occupe un espace ;

Faire en sorte, avec les précautions nécessaires, de le transférer d'un contenant à un autre ;

Connaître certaines des caractéristiques de l'air : forme/volume, par ex., ainsi que ses différences par rapport aux matières solides et liquides.

**Durée :** 12 à 14 heures.

**Matériel, ressources et technologies**

Béchers, bouteilles en plastique de différentes tailles, ballons de baudruche, moulins à vent colorés, récipients en plastique transparent, bouchon en liège, balance, ballon rigide gonflable, seringues.



## Étude de la matière : expériences autour des mélanges (6-10 ans)

Rossella Battolla, Ilaria Papi et Vanna Serani (*ANISN – Pise*)

**Domaine :** Explorer le monde de la matière

**Niveau scolaire :** Cycles 2-3

**Mots clés :**

Mélange hétérogène, mélange ou solution homogène, émulsion, tamisage, filtrage, évaporation

**Prérequis :**

- Connaître les trois états de la matière
- Connaître le cycle de l'eau
- Savoir prendre des mesures
- Savoir classer

**Brève description :**

Cette séquence propose une série d'activités éducatives en laboratoire, dont le but est d'approfondir ses connaissances sur différents types de mélanges (un solide avec un solide, un solide dans l'eau, un liquide dans l'eau) en testant des méthodes pour récupérer les substances mélangées.

**Séquence d'activités :**

1- Manipulation, observation et classification de diverses substances.

On observe puis on classe diverses substances de la vie quotidienne en fonction de leurs caractéristiques. On aborde la question des poudres.

2- Les mélanges solides et les méthodes de séparation.

Une activité de manipulation et d'observation est organisée : les élèves doivent mélanger les matières solides disponibles. Ils observent les interactions possibles entre les différents matériaux et les notent dans un tableau. Dans un deuxième temps, les élèves proposent et testent plusieurs méthodes pour séparer les ingrédients d'un solide ou d'un mélange solide. Ils vérifient que les quantités de substances récupérées correspondent aux quantités initiales.

3- Les mélanges solides dans l'eau et les méthodes de séparation.

Les élèves mélangent les différentes substances solides avec de l'eau et notent dans un tableau ce qu'il advient de l'eau et des diverses substances. On définit les concepts de mélanges hétérogènes et homogènes.

Les enfants testent ensuite des méthodes pour séparer les substances solides de l'eau.

4- Les mélanges liquides dans l'eau et les méthodes de séparation.

Les enfants mélangent plusieurs substances liquides avec de l'eau puis observent, décrivent et recueillent leurs résultats dans un tableau. On définit les concepts de mélanges hétérogènes et homogènes. Plusieurs méthodes pour séparer l'eau de l'huile sont testées.

**Objectifs pédagogiques :**

- Classer différentes substances selon leurs caractéristiques ;
- Distinguer, au moyen d'expériences concrètes, une substance d'un mélange (un ensemble de substances) ;
- Maîtriser les concepts d'homogénéité et d'hétérogénéité d'un mélange ;
- Maîtriser certaines techniques pour séparer les composants d'un mélange.

**Durée :** 14 à 16 heures.

**Matériel :**

Lentilles, farine de maïs, pois chiches, haricots, sucre, sel, sable, riz, poudre de fer, eau distillée, huile, café en poudre, sirop de framboise (ou autre sirop), alcool, sciure, pierres de couleur de différentes tailles, soucoupes en plastique, cuillères en plastique, bouteilles en plastique, petits bouchons de bouteille percés, pailles, gobelets en plastique transparent, passoirs, filets de différentes tailles, loupe, pinces, entonnoir, serviettes en papier, seringues, pipettes, aimants, balance.



## Jouons avec des aimants (6 - 10 ans)

Kostantinos Ravanis, Maria Kampeza (*Université de Patras*) ; Vanna Serani (*ANISN Pise*)

**Domaine :** Sciences et technologie, la matière

**Niveau scolaire :** Cycles 2-3

**Mots clés :**

Aimants, attraction, répulsion.

**Prérequis :**

Manipulation, observation et regroupement d'objets

**Brève description :**

En manipulant des aimants, les enfants découvrent certaines de leurs propriétés (attraction-répulsion). Cette séquence commence par l'observation de petits aimants, comme ceux que l'on utilise à la maison, et de leur capacité à interagir ou non avec divers objets. Ensuite, les enfants utilisent des aimants et d'autres objets dans le cadre de plusieurs activités, notamment des jeux, pour découvrir que l'attraction persiste lorsque l'objet est recouvert de sable et/ou immergé dans l'eau. On peut donc se servir de l'attraction pour déplacer des objets. Après une phase d'observation et de manipulation, les enfants devront dessiner, décrire et présenter leurs conclusions. Une discussion collective permettra de formuler des conclusions validées par le groupe et compatibles avec le modèle scientifique.

**Séquence d'activités :**

1. On découvre les caractéristiques des objets, notamment ceux qui en attirent d'autres, et on les classe selon quatre propriétés : ils attirent, ils n'attirent pas, ils sont attirés, ils ne sont pas attirés.

2. Où peut-on coller un aimant ? Trouver les endroits de la classe où l'aimant tient, et en conclure que les aimants n'attirent que le fer.

3. On nettoie une pelouse/un étang à l'aide d'une canne à pêche dotée d'un aimant en guise d'hameçon :

En vue de découvrir :

- Quels objets peuvent être attrapés ?

- À quelle distance peut-on attraper un objet ?

- Pourquoi est-il impossible d'attraper un gros objet ?

4. La pêche « surprise » : construction d'un transept pour rechercher des aimants cachés dans le sable et/ou immergés dans l'eau. Les enfants découvrent que la force d'attraction

s'opère y compris lorsque le fer est recouvert.

5. Les avions qui se déplacent dans le ciel bleu et/ou les papillons qui volent au-dessus des fleurs :

Comment font-ils pour se déplacer ? À l'issue des découvertes précédentes, on demande aux enfants de résoudre ce problème.

5a. Un parcours étonnant : peut-on faire bouger des petites voitures sans les toucher ? Cette expérience vise à approfondir les concepts précédents.

5b. L'abeille à la recherche du nectar : une abeille survole des fleurs. Elle prélève parfois leur nectar, parfois elle n'y parvient pas, et finalement elle s'approche de certaines fleurs sans pouvoir atteindre le nectar. Découverte des pôles magnétiques.

6. Activité ludique : essais autour de la découverte des pôles magnétiques en jouant avec des Geomag. Pour approfondir ce concept, on a placé un ruban de couleur au poignet de tous les enfants de façon à ce qu'ils puissent simuler un aimant.

7. Le champ magnétique avec une pluie de poudre de fer.

**Objectifs pédagogiques spécifiques :**

- Observer et déceler les propriétés magnétiques de certains objets ;
- Classer les objets en fonction de leur propriété d'attirer ou non, d'être attirés ou non ;
- Observer les propriétés des objets qui attirent dans plusieurs situations réelles ;
- Découvrir les propriétés d'attraction et de répulsion entre aimants ;
- Décrire le champ magnétique.

**Durée :**

10 à 12 heures.

**Matériel :**

Plusieurs objets de différentes matières (bouchons de bouteille, boutons, balles, crayons... mais aussi un tube de poudre de fer si possible), petits aimants de couleurs et de formes différentes, bâtons, fil de fer, crochets aimantés, appareil photo, carton, feutres, sable, aimants ronds et rectangulaires, maquette d'avion et de papillon, Geomag, poudre de fer, punaises, feuille d'acétate

## Le Soleil au centre (9-10 ans)

Dall'Antonia B, Alberti M, Giannetti A. et Vento R. (*ANISN Pise*)

**Domaine :** Sciences et technologie, mathématiques

**Niveau scolaire :** Cycle 3



**Mots clés :**

Horizon, points cardinaux, ombres, hauteur du Soleil, parallélisme des rayons, déplacement apparent du Soleil, rotation de la Terre, jour et nuit

**Prérequis :**

- Maîtriser les concepts d'horizontalité, de verticalité et de perpendicularité ;
- Lire, écrire, représenter et effectuer des mesures linéaires ;
- Convertir les mesures linéaires d'une unité à une autre ;
- Connaître le diamètre d'un cercle ;
- Savoir mesurer un angle.

**Brève description :**

Lors de cette séquence, on amène les enfants à découvrir le système solaire et ses effets sur la Terre.

Après une phase au cours de laquelle les élèves abordent les dimensions du système solaire, l'atelier se poursuit par des simulations et activités concrètes de manipulation des modèles. Pendant ces différentes activités, les élèves sont invités et accompagnés à appliquer les procédures de la méthode scientifique : rechercher, émettre des hypothèses et vérifier toutes les conjectures possibles pour interpréter un phénomène donné, en se basant sur la régularité des données disponibles, en ne prenant en compte aucune autre information (préjugés, opinions...) en vue de comprendre que le mouvement des corps célestes dépend du système de référence dans lequel on se place. Tout au long de cette séquence, il est conseillé de dépasser ses éventuelles fausses idées scientifiques, quel que soit l'âge des enfants.

**Déroulement de la séquence :****1. LE JOUR ET LA NUIT**

Pourquoi le Soleil se lève-t-il d'un côté et se couche-t-il du côté opposé ?

Motivation, stimulus et recherche sur la base des connaissances préalables des élèves.

**2. LE SYSTÈME SOLAIRE**

Lequel est le plus grand : le Soleil ou la Terre ? À quelle distance se trouvent-ils l'un de l'autre ?

À l'aide de modèles concrets et de travaux en groupe, les élèves formulent leurs hypothèses, réalisent des mesures à la fois conventionnelles et non conventionnelles, vérifient leurs hypothèses via des expériences et en tirent des conclusions.

**3. L'HORIZON ET LES POINTS DE RÉFÉRENCE**

Regardez l'environnement : Que voyez-vous ? Qu'est-ce que l'horizon ? Existe-t-il des points de référence partagés ?

Mettez-vous d'accord sur ce que sont l'horizon (astronomique et visible), les références terrestre, les points cardinaux.

**4. LES OMBRES**

Comment se crée une ombre ? Quelle forme a-t-elle ? Que se passe-t-il lorsque l'on déplace la source de lumière ? Puisque l'on ne peut pas observer le Soleil directement, on étudie son

effet (l'ombre) pour familiariser les élèves avec l'observation, les mesures et la découverte des relations entre différentes quantités physiques.

**5. OMBRES GÉANTES OU PETITES OMBRES ?**

Les ombres produites par le Soleil font-elles toujours la même taille ? Sont-elles toujours au même endroit ?

Les élèves sont invités à noter les différentes tailles des ombres produites par un même objet.

**6. LA HAUTEUR DU SOLEIL ET LE PARALLÉLISME DE SES RAYONS**

Pourquoi la taille des ombres varie-t-elle ?

Il est important de mesurer la hauteur du Soleil car elle influence la longueur de l'ombre. On découvre aussi que tous les rayons du Soleil sont parallèles lorsqu'ils atteignent la Terre.

**7. LE DÉPLACEMENT APPARENT DU SOLEIL**

Comment voit-on que le Soleil se déplace ? Dans quel sens tourne-t-il (en apparence) ?

Se mettre d'accord sur l'idée que le Soleil semble se déplacer dans le ciel.

**8. LE MOUVEMENT DE ROTATION**

Si, depuis la Terre, le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest, dans quel sens la Terre tourne-t-elle ?

À l'aide d'une simulation, on reproduit le mouvement de rotation de la Terre et par conséquent l'alternance jour-nuit.

**Objectifs :**

- Établir des diagrammes, modèles, logiques et explications mathématiques simples des faits et phénomènes ;
- Observer et manipuler concrètement des objets matériels ;
- Mieux connaître son environnement via une approche perceptuelle et une observation directe ;
- Observer les ombres dans l'environnement ;
- Déterminer les conditions nécessaires pour qu'une ombre se forme ;
- Comprendre que la position et la taille d'une ombre dépendent de la position de la source lumineuse (artificielle ou du Soleil) ;
- Savoir que le Soleil « change de position » pendant la journée, qu'il « se déplace » ;
- Découvrir le mouvement de rotation de la Terre ;
- Comprendre les conséquences de ce mouvement rotationnel.

**Durée :** 12 à 14 heures.

**Ressources :**

Tableau blanc interactif, appareil photo, papier continu, transparents A4, plaques de polystyrène, mètre ruban, rapporteur, compas, gnomon, lampes de poche, feutres, craies de couleur, fil bleu et rouge, ficelle, cordelette, pelote de laine, cônes de sport, rouleaux en carton, boîtes en carton, sphères de différentes tailles, disques en carton, argile (Das), pailles non coudées, piques à brochettes en bois, marionnettes, objets divers.



## À la découverte des amphibiens et des reptiles (6-10 ans)

Rita Azzopardi et Andre Seguna (Malte)

### Domaine

Biologie

### Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés

Reptiles, amphibiens, adaptation, habitat

### Prérequis

#### Brève description :

Au cours de la visite (espace amphibiens et reptiles) d'un aquarium, les élèves découvrent les caractéristiques des amphibiens et des reptiles en les observant directement et en discutant.

#### Séquence d'activités :

**Avant la visite :** Deux par deux, les élèves préparent cinq questions à poser pendant la visite. Ils apportent un appareil photo et un carnet à dessin/croquis.

#### Lancer l'activité (formuler des hypothèses)

La question centrale tourne autour des caractéristiques propres aux amphibiens et aux reptiles

Deux par deux, les élèves :

- Écrivent le nom de trois amphibiens et reptiles qu'ils ont repérés ;
- Écrivent le nom d'un animal qu'ils voient mais dont ils ne sont pas sûrs qu'il s'agit d'un amphibien ou d'un reptile ;
- Prendent des photos des animaux sur leur liste.

#### Enquête (conception et réalisation d'expériences et observations)

Deux par deux :

- Observer et noter les caractéristiques physiques des amphibiens et des reptiles. Les enfants peuvent poser des questions au guide (qui ne répondra qu'à celles portant sur les caractéristiques) sur la texture de la peau ou toute autre caractéristique sur laquelle ils ont un doute, puisqu'ils ne peuvent pas toucher les animaux ni leurs œufs.
- Dessiner ces caractéristiques (si possible) ou dessiner l'animal et annoter ses caractéristiques.
- Observer et prendre des notes sur l'habitat, le

comportement alimentaire et les stratégies mises en place pour se protéger de leurs prédateurs.

#### Évaluation (des preuves)

- Les élèves partagent les informations recueillies.
- Deux par deux, ils essaient d'identifier les animaux dont ils n'étaient pas sûrs et de déterminer si ce sont des amphibiens ou des reptiles
- Deux par deux, ils dressent la liste des caractéristiques qui leur ont permis de prendre une décision. Ils expliquent les points communs et les différences entre les amphibiens et les reptiles.
- Les questions non résolues seront posées au guide\*.

#### \*Note sur le guide du centre

Guide – L'enseignant se tiendra près du guide de façon à ce que les enfants répondent eux-mêmes à certaines des questions posées par les autres. Les élèves devront écrire les questions qu'ils veulent poser et tâcher d'y répondre en classe ou à la maison.

#### Objectifs pédagogiques :

- Identifier 3 caractéristiques visibles/structurelles des amphibiens ;
- Identifier 3 caractéristiques visibles/structurelles des reptiles ;
- Dessiner et identifier l'un de ces amphibiens et l'un des reptiles ;
- Détailler l'une des caractéristiques observées et la mettre en lien avec l'adaptation du comportement de l'animal ;
- (Pour aller plus loin : Détailler deux caractéristiques observées et les mettre en lien avec l'adaptation du comportement de l'animal) ;
- Reprendre les observations de toute la classe et les principaux résultats ;
- Les résumer en une minute.

#### Durée :

2 heures

#### Ressources :

Caméra, carnet à dessin/croquis.

## Les solides solubles et non solubles (8-10 ans)

Celia Schembri et Joseph Fenech (Malte)

### Domaine

Chimie



## Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés :

Solides, liquides, dissoudre, soluble, non soluble

### Prérequis

Observation, prise de notes, connaissance des couleurs, coordination physique pour réaliser des expériences

### Brève description :

L'enseignant utilise une petite expérience pratique ainsi que des questions orientées pour lancer l'activité et évaluer les connaissances des élèves en matière de solides, liquides, mélanges et techniques de dissolution. Les élèves réalisent ensuite une expérience qui leur permet d'analyser les solides qui se dissolvent ou non dans l'eau. Ces solides sont notamment le sucre, la farine, le café instantané, la craie, le sel, le sable, l'aspirine et le poivre. Ils observent ce qui se passe lorsque chaque solide est mélangé à de l'eau.

### Séquence d'activités :

#### *Lancer l'activité* (formuler des hypothèses)

L'enseignant commence par une activité manuelle de groupe, réalisée par les élèves. Cette activité amènera les élèves à envisager, formuler et partager leurs observations avec la classe et à réfléchir au sens du mot « soluble » et de « se dissoudre dans l'eau ».

*Activité 1* : Dissoudre un M&M's de couleur dans l'eau. Les enfants placent un M&M's de couleur dans un verre d'eau. L'enseignant leur demande ce qui arrive au M&M's et à l'eau. On montre aux enfants la vidéo de cette activité autour des M&M's (<https://vimeo.com/195613867>). Les activités 2, 3 et 4 visent à maintenir l'intérêt des élèves et à faire émerger leurs idées.

#### *Activité 2*

Quelle est la différence entre un solide et un liquide ? Donner plusieurs exemples de solides et de liquides.

#### *Activité 3*

Peut-on mélanger un solide et un liquide ? Avez-vous déjà préparé un milk-shake avec du Nesquik et du lait ? Qu'advient-il du Nesquik ? Doit-on faire quelque chose de

particulier pour que le Nesquik se mélange bien avec le lait ?

#### *Activité 4*

Tous les solides peuvent-ils être mélangés avec un liquide ? Connaissez-vous des solides qui se mélangent facilement avec un liquide ? Connaissez-vous des solides qui ne se mélangent pas bien avec un liquide ? Comment appelle-t-on un solide qui se mélange facilement avec de l'eau ? Et un solide qui ne se mélange pas bien avec de l'eau ?

#### *Enquête*

##### *Activité 5*

À l'issue de cette discussion, on donne à chaque groupe d'enfant une fiche explicative sur l'expérience à réaliser. On leur fournit différents solides, des gobelets en plastique et des cuillères.

Ils testent si les solides se mélangent bien à l'eau ou non. Ils consignent leurs observations par écrit et dressent la liste des solides qui se mélangent facilement et de ceux qui ne se mélangent pas.

#### *Évaluation (des preuves)*

Une fois l'expérience terminée, chaque groupe parle de sa réalisation de l'expérience, de ses observations, ses résultats puis ses conclusions. Les solides sont alors classés en deux groupes : les solides solubles et non solubles.

### Objectifs pédagogiques :

- Reconnaître l'importance des recherches scientifiques pas à pas ;
- Observer ce qui se passe lorsque différents solides sont mélangés à de l'eau ;
- Classer les matériaux en solides solubles et non solubles selon leur comportement lorsqu'ils sont immergés dans de l'eau.

### Durée :

1 heure

### Ressources :

M&M's, récipients, eau, Nesquik, sel, sucre, café, poivre, etc.





## Fais pousser ta plante ! (6-8 ans)

Giselle Theuma, adapté par Suzanne Gatt (*Malte*)

### Domaine

Biologie

### Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés :

Graine, plante, croissance, conditions.

### Prérequis

Faire des observations, les noter, croissance des plantes

### Brève description :

Les enfants, aidés par leur professeur, sèment différents types de graines dans des récipients séparés. Ils notent dans quel environnement ils mettent le pot et décident de la cadence d'arrosage de la plante. Sur une période de six mois pendant laquelle ils arrosent leur plante comme convenu, les élèves notent régulièrement (tous les trois jours) l'état et la hauteur de la plante.

### Séquence d'activités :

**Lancer l'activité** - Au début de la leçon, l'institutrice montre aux enfants différents types de graines. Elle leur laisse le temps de toucher et tenir ces graines dans leurs mains. Ils sont invités à noter les différences entre les graines de tous les plants, par ex. de poivron, tomate, basilic... L'enseignante demande aux enfants si toutes ces graines vont donner la même plante, si elles vont pousser à la même vitesse, si elles auront le même aspect ou encore de quelle quantité d'eau la graine aura besoin pour devenir une plante.

**Mener l'Enquête** - Les enfants choisissent le type de graine qu'ils veulent planter. Ils parlent du type de plante qu'ils espèrent obtenir, de la quantité d'eau qu'ils lui apporteront et à quels intervalles, et de l'endroit où ils vont la mettre. Ils estiment la croissance de la plante pendant la première semaine.

L'enseignante donne un pot à chaque enfant. Chacun sème sa graine (en réalité plusieurs de la même sorte). On colle une étiquette avec le nom de la graine (par ex. tomate) et celui de

l'enfant.

Ils arrosent tous leur plante puis notent la date et leurs observations sur une fiche de travail fournie par l'enseignante. Les enfants arrosent les graines régulièrement puis les observent tous les trois jours. Si possible, ils prennent aussi des photos dans le cadre de leurs observations.

### Analyser :

Au bout de quelques semaines, l'enseignante demande aux enfants de décrire ce qu'ils ont observé sur la croissance des plantes. Les graines sont-elles devenues des plantes ? Sont-elles mortes ? Leur ont-ils donné assez d'eau, trop ou pas assez ? Quelles sont les graines qui ont poussé le plus vite et le plus haut ? Ils sont invités à comparer les faits avec leurs prédictions et à en déduire s'ils se sont bien occupés de leur graine et à expliquer pourquoi. L'activité se termine avec une discussion sur les facteurs nécessaires à la vie d'une plante.

### Objectifs pédagogiques :

Se familiariser avec les différentes tailles et formes des graines ;

Savoir que les graines donnent différents types de plantes et à une vitesse variée ;

Comparer la croissance de plusieurs plantes cultivées dans les mêmes conditions.

### Durée :

La première activité dure une heure, puis l'observation s'étale sur 4 à 6 semaines en fonction de la vitesse de croissance des graines. Enfin, il est prévu une réflexion de 30 minutes.

### Ressources :

Plusieurs types de graines, par ex. de petits pois, basilic, poivron... un petit pot par enfant, de la tourbe pour remplir les pots, une fiche de travail, un récipient gradué pour suivre l'évolution du niveau d'eau après l'arrosage des plantes.



## Cultiver des plantes en bonne santé (6-8 ans)

Ylenia Camilleri (*Malte*)

### Domaine

Biologie

### Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés

Plante, conditions.

### Prérequis

Savoir ce qu'est une plante, aptitudes physiques pour arroser une plante

### Brève description :

Lors de cette activité, les enfants étudient les conditions nécessaires à la croissance d'une plante. Ils doivent s'en occuper en décidant eux-mêmes où ils souhaitent la mettre et comment ils veulent l'arroser. Les enfants prennent soin de leur plante pendant plusieurs semaines, puis analysent le résultat et évoquent d'éventuels manquements.

### Séquence d'activités :

#### *Lancer l'activité*

On montre aux enfants plusieurs pots (un par groupe) avec différents types de plantes. On leur propose de choisir le meilleur endroit pour s'en occuper. L'enseignante demande aussi aux élèves de lui dire ce dont les plantes ont besoin pour pousser. Elle leur propose d'estimer la quantité d'eau nécessaire à sa croissance.

#### *Enquête*

L'enseignante lit l'histoire *Une si petite graine*, d'Eric Carle. Ce livre donne envie aux enfants d'explorer le monde végétal. L'enseignante divise alors la classe en petits groupes et donne un plant à chaque groupe. Elle demande aux enfants de choisir un endroit où mettre leur plante (à l'intérieur ou à l'extérieur de la classe). Ils doivent ensuite deviner quelle sera, selon eux, la quantité d'eau nécessaire pour que la plante pousse sainement. Chaque groupe place alors le pot là où il l'a choisi. L'emplacement et la quantité d'eau à donner à

la plante sont notés sur une fiche de travail, et l'on prend la plante en photo.

Pendant les vacances, les enfants continuent de prendre soin de leur plante. Ils notent ce qu'ils observent tous les trois jours, et décident éventuellement de changer a. l'emplacement de leur plante et/ou b. la quantité d'eau pour l'arrosage. Les plantes sont prises en photo régulièrement.

#### *Analyser*

L'enseignante récupère les photos des plantes et les classe par ordre chronologique. Les enfants regardent chacun à leur tour les différents pots. Ils notent les changements de la plante au fil des semaines et si l'emplacement et la quantité d'eau ont changé. Ensemble, et au regard de l'évolution des plants, les enfants déterminent s'ils ont réussi ou non leur mission et ce qu'ils ont appris sur l'entretien d'une plante. On fait de même pour chacune des plantes, les photos servant à chaque fois de base pour tirer des conclusions. À la fin de la session, l'enseignante invite les enfants à réfléchir sur les différents plants et à identifier les points communs ou non dans les soins apportés.

### Objectifs pédagogiques :

Savoir quel environnement est adapté pour qu'une plante y survive ;

Observer la croissance d'une plante et ajuster l'arrosage et l'emplacement en fonction de sa santé.

### Durée :

3 cours d'une heure répartis sur une période d'un mois.

### Ressources :

Des pots avec différents types de plants, un par groupe, une fiche de travail pour noter les observations, un appareil photo pour photographier la plante, un arrosoir.



## Quelle est la meilleure cuillère à utiliser ? (6-8 ans)

Suzanne Gatt (*université de Malte*)

### Domaine

Physique

### Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés

Bon/Mauvais conducteur de chaleur, chaud, froid

### Prérequis

Capacités à observer et à suivre des mesures de sécurité,  
Concevoir un test probant

### Brève description :

L'activité commence avec l'histoire d'un cuisinier qui veut préparer un potage. Il laisse tomber sa cuillère dans la soupe, puis quand il veut l'en sortir, elle est brûlante. L'enseignant pose la question suivante aux enfants : sachant qu'il existe des cuillères en plastique, en bois et en métal, laquelle vaut-il mieux utiliser et comment en être sûr ? Les enfants mènent l'enquête pour trouver la cuillère qui sera la moins chaude.

### Séquence d'activités :

#### *Lancer l'activité :*

L'enseignante raconte aux enfants l'histoire d'un cuisinier qui prépare un potage dans une grande marmite. Il est débordé et on l'appelle alors qu'il était en train de mélanger son potage. Trop pressé, il laisse tomber sa cuillère dans la marmite. Lorsqu'il revient et cherche à reprendre la cuillère, il se brûle les mains parce que la cuillère est trop chaude. L'enseignante s'adresse aux enfants et leur demande : « Que peut faire le cuisinier pour ne pas se brûler la prochaine fois ? » Elle souligne les propositions en lien avec la cuillère utilisée.

À la fin, elle interroge les enfants : « Quel type de cuillère le cuisinier doit-il utiliser : une en bois, en plastique ou en métal ? »

Les enfants en discutent en groupe et avancent leurs hypothèses ainsi que les raisons de leurs choix.

#### *Mener l'enquête*

La maîtresse fournit aux enfants trois cuillères de taille

similaire : une en métal, l'autre en bois et la dernière en plastique, ainsi qu'un grand bocal en verre. Elle leur demande de quelle manière ils pourraient tester quelle est la meilleure cuillère, si elle leur donne de l'eau chaude en plus. Les enfants prennent le temps de réfléchir et d'imaginer leur expérience.

Ils mènent leur enquête en plongeant les trois cuillères dans le bocal rempli d'eau chaude (mais pas bouillante, pour leur sécurité). Au bout de 5 minutes, ils prennent les cuillères à la main et notent leurs observations dans le tableau de la fiche de travail.

#### *Analyser*

Chaque groupe présente les résultats de son expérience au reste de la classe. La discussion tourne autour des différents matériaux et de leur capacité à chauffer plus ou moins vite. On cherche le(s) meilleur(s) matériau(x) à utiliser en cuisine et l'on se base sur des preuves pour tirer des conclusions.

Pour extrapoler, l'institutrice demande aux enfants s'ils pensent que les cuillères refroidissent à la même vitesse ou non, lorsqu'on les plonge dans une crème glacée ou des glaçons. Elle les invite à réfléchir à une nouvelle enquête pour le vérifier.

#### **Objectifs pédagogiques :**

- Réaliser qu'un objet devient chaud lorsqu'il est en contact avec un environnement chaud ;
- Remarquer que des matériaux différents deviennent chauds à des vitesses variées selon qu'il s'agit de bons ou mauvais conducteurs de chaleur ;
- Être capable de réaliser un test probant.

#### **Durée :**

60 minutes

#### **Ressources :**

Cuillères en bois, en plastique et en métal, bocal en verre et eau chaude (par mesure de sécurité, ne pas utiliser d'eau bouillante)



## Quelle sera sa chaleur ? (7- 9 ans)

Suzanne Gatt (*université de Malte*)

### Domaine

Physique

### Niveau scolaire

École élémentaire

### Mots clés

Bon/Mauvais absorbeur de chaleur

### Prérequis

Observer, suivre les consignes de l'enseignant, constater des similitudes et des différences, savoir lire un thermomètre.

Avant de commencer cette activité, l'enseignant demande aux enfants de peindre l'extérieur de plusieurs boîtes de conserve de même taille de différentes couleurs : noir, rouge et blanc. Celles-ci doivent être sèches avant de commencer l'enquête.

### Brève description :

Cette activité permet aux enfants d'observer les différences de température de l'eau dans des boîtes semblables mais peintes de diverses couleurs. D'abord, les enfants peignent des boîtes de conserve de plusieurs couleurs : blanc, noir et une troisième couleur, puis ils mesurent la température de l'eau. Ils placent les boîtes de conserve au soleil et mesurent la température toutes les 20 minutes. Les enfants se servent de leurs observations pour tirer des conclusions sur la vitesse de réchauffement de l'eau au soleil.

### Séquence d'activités :

#### *Lancer l'activité*

Pour commencer la leçon, l'enseignante raconte aux enfants qu'elle souhaite acheter une voiture mais qu'elle ne sait pas quelle couleur choisir parce qu'elle pense que le coloris de la voiture a une influence sur la chaleur qu'il fait dedans en été. Elle aime bien les voitures grises, noires, blanches et rouges, mais voudrait savoir laquelle sera la plus fraîche l'été. Elle propose aux enfants de lui faire partager leurs idées et opinions et de lui dire la couleur qu'ils lui conseillent.

#### *Enquête*

L'enseignante montre aux enfants les boîtes de conserve peintes plus tôt dans la semaine et des boîtes brillantes (non peintes). Elle demande aux enfants de l'aider à imaginer une expérience pour trouver la réponse à son problème. Les

enfants réfléchissent en groupe.

Aidés par la maîtresse, les élèves conçoivent une expérience pour laquelle ils remplissent toutes les boîtes de conserve (argentée, blanche, noire et rouge) d'eau avant de mesurer la température à l'aide d'un thermomètre. Ils placent ensuite les boîtes de conserve au soleil, les unes à côté des autres. Ils mesurent la température toutes les 20 minutes.

Les enfants notent leurs observations pour chaque couleur dans le tableau de leur fiche de travail.

#### *Analyser*

Les enfants travaillent en groupe. Ils étudient leurs observations et déterminent s'ils peuvent tirer des conclusions des résultats de l'expérience quant aux différentes couleurs. Chaque groupe partage ensuite ses résultats avec les autres et se prononce sur la couleur de voiture à choisir.

L'enseignante dirige une discussion pour amener les élèves à trancher sur la meilleure couleur pour que sa voiture ne soit pas trop chaude l'été. Il est possible que la différence soit minimale entre le blanc et l'argent. Si tel est le cas, on peut plutôt parler de couleurs claires ou foncées.

Pour extrapoler, l'enseignante demande aux enfants s'ils pensent que de l'eau chaude refroidira à la même vitesse dans des boîtes de conserve de différentes couleurs. Comment mener l'enquête pour le vérifier et répondre à cette nouvelle question ?

### Objectifs pédagogiques :

- Apprendre à observer différents objets et à identifier leurs principales caractéristiques physiques ;
- Comparer et opposer différents matériaux en se basant sur leurs propriétés physiques ;
- Utiliser différentes propriétés physiques pour classer les matériaux en groupes.

### Durée :

50 minutes

### Ressources :

Pour chaque groupe : un ensemble de boîtes de conserve : une brillante, une blanche, une rouge et une noire, de l'eau du robinet, un thermomètre et une fiche de travail



# Semer un haricot (6-8 ans)

Giselle Theuma et Suzanne Gatt (*Université de Malte*)

## Domaine

Biologie

## Niveau scolaire

École élémentaire

## Mots clés :

Graine, germination, phototropisme

## Prérequis

Observation, compétences physiques pour planter une graine, connaissances de base sur la croissance d'une plante

## Brève description :

L'enseignante montre aux enfants des haricots frais et les laisse les toucher en petits groupes. Elle leur explique ensuite qu'elle souhaite que les enfants plantent un haricot mais qu'elle ne sait pas dans quelle position le mettre pour qu'il pousse vite et bien. Les enfants peuvent émettre des hypothèses sur la manière de planter ce haricot. Ils les plantent de différentes manières puis les observent et discutent des résultats.

## Séquence d'activités :

### *Lancer l'activité*

L'enseignante lance l'activité en disant aux enfants qu'elle a quelque chose à leur montrer. Elle donne à chaque groupe quelques haricots dans une assiette. Les enfants ont le droit de toucher les haricots, les sentir... La maîtresse leur dit qu'elle a un problème et qu'elle aimerait que les enfants l'aident à le résoudre : elle ne sait pas s'il existe une façon précise de planter un haricot pour qu'il pousse vite et bien. Elle invite les enfants à donner leur avis sur la meilleure position à donner au haricot. Les enfants dessinent leur préférence sur une feuille de papier.

### *Mener l'enquête*

On fournit à chaque groupe d'enfant 4 gobelets en plastique transparent et de la tourbe. Les enfants se servent de ces pots pour planter le haricot dans quatre positions différentes, comme ils le souhaitent. Ils mettent une étiquette sur le pot

en indiquant la position initiale du haricot. Les enfants arrosent les haricots à intervalles réguliers et les observent deux fois par semaine. L'expérience se poursuit jusqu'à ce que les haricots germent et poussent un peu. Les enfants sont invités à prendre une photo des haricots à chaque étape.

### *Analyser*

Au bout de quelques semaines, une fois que les haricots ont suffisamment poussé pour constater des différences, l'enseignante regroupe la classe et invite le groupe à observer de près les différents plants puis à identifier ceux qui ont le mieux poussé. À l'aide d'un petit bâton, ils retirent délicatement la terre d'un côté de la plante de façon à voir comment le haricot a poussé (si cela s'avère trop difficile, les enfants peuvent déterrer tout doucement le haricot pour observer sa croissance).

Les enfants observent les différences de croissance et en tirent des conclusions sur : a. le sens dans lequel le haricot a poussé dans chaque cas ; b. la position de départ pour laquelle le haricot a poussé le plus vite.

Les enfants concluent sur l'orientation de la croissance du haricot, quelle que soit sa position de départ.

### **Objectifs pédagogiques :**

- Savoir que les plantes poussent vers le haut, à l'opposé de la gravité, quelle que soit la position dans laquelle le haricot est semé ;
- Observer la croissance de la plante et en tirer des conclusions ;
- Comparer ses observations et en tirer des conclusions.

### **Durée :**

Activité initiale : 1 heure,

Croissance de la plante pendant plusieurs semaines,

Analyse : 40 minutes

### **Ressources :**

Haricots, terre, gobelets en plastique transparent



# Robotique éducative (9-10 ans)

Vanna Serani (ANISN Pise)

**Domaine :** Sciences et technologie, mathématiques

**Niveau scolaire :** Cycle 3

**Mots clés :**

Robot, conception, programme

**Brève description :**

Cette séquence vise à changer le regard que portent les élèves sur les nouvelles technologies, en intégrant l'utilisation d'ordinateurs et de plateformes robotiques à des fins pédagogiques.

Le lien entre le jeu et l'apprentissage est au cœur de la robotique pédagogique. En effet, le jeu stimule la curiosité et la découverte, suscite l'intérêt des enfants et adolescents et les implique dans le processus d'apprentissage. Cette séquence comprend l'utilisation de petits robots : WeDo 2.0, Pro-Bot et l'utilisation du logiciel de programmation Scratch2. En fin de primaire, des éléments de programmation LOGO seront également abordés.

L'accent est mis sur le travail de groupe, qui permet d'activer des processus de communication qui rendent l'apprentissage plus efficace. Il y aura deux ateliers différents en fonction de la tranche d'âge : le projet A pour les enfants de 6 à 8 ans, et le projet B pour les enfants de 9 à 11 ans.

**Enquête/Articulation de la séquence :**

**Atelier A.**

1. Situation initiale : Qu'est-ce qu'un robot ? (15 min).

2. Découverte de BeeBot et BlueBot : BeeBot arrive dans sa boîte, ce qui montre aux enfants comment se présente ce petit robot abeille.

3. Dessin du BeeBot de mémoire (30 min) : le BeeBot est mis de côté et les enfants dessinent et reconstruisent le petit robot en essayant de se souvenir des détails.

4. Réflexion sur les fonctions des boutons du BeeBot (15 min) Chaque enfant devine à quoi servent les boutons (les quatre flèches et les boutons Effacer et Pause)

5. Déplacement de BeeBot et BlueBot sur une carte : pendant cette phase, l'enfant apprend les bases de la programmation :

- Programmer manuellement BeeBot ;
- Écrire/Dessiner un algorithme pour déplacer

BeeBot d'un point A à un point B ;

- Décoder un mouvement observé, le coder et le reproduire.

1. Jeux de carte associés à BeeBot ou BlueBot

2. Initiation à la programmation graphique avec Code.org, puis aperçu de Scratch2

3. Utilisation de BeeBot en éducation mathématique : maîtrise des opérations arithmétiques et construction des premières figures arithmétiques

**Atelier B.**

1. Éléments de programmation dans LOGO

- Le langage de la tortue : du réel au virtuel
- Programmation de la solution à des problèmes graphiques simples

Programmation avec Scratch2

2. Utilisation de Pro-Bot : application de LOGO pour déplacer un robot

3. Connaissance de WeDo et Mbot : construction et programmation d'un robot

**Objectifs pédagogiques :**

- Manipuler et jouer avec des matériaux structurés et de construction ;
- Découvrir les fonctions de BeeBot et BlueBot ;
- Identifier la position des objets et des personnes dans l'espace à l'aide de mots comme : en avant, en arrière, au-dessus, en dessous, gauche, droite... ;
- Prévoir et suivre correctement un chemin ;
- Pour planifier les actions d'un robot et atteindre son objectif, l'élève doit anticiper mentalement l'action, choisir la procédure adéquate et la mettre à jour en permanence.

**Durée :**

14 à 20 heures

**Matériel :**

BeeBot, BlueBot, feuilles quadrillées, feuilles blanches avec une grille dessinée, feutres, cartes, bouchons de bouteilles, ProBot, kit WeDo 2.0, LOGO, Scratch2.



## Robotique, langages et mathématiques (9-11 ans)

Laëtitia BUENO-RAVEL (*Enseignante-chercheuse, ESPE de Bretagne, RENNES*), Maïthé COLIN (*Professeure des écoles stagiaire, école, COMBOURG*), Fabien DANIEL (*Professeur des écoles stagiaire, RENNES*), Catherine GOUJON (*Formatrice, ESPE de Bretagne, RENNES*), Typhaine LE MEHAUTE (*Formatrice, ESPE de Bretagne, RENNES*)

### Domaines :

Sciences et technologie ; mathématiques ; numérique

### Niveau scolaire :

CM1 - CM2 (9-11 ans)

### Mots clés :

Algorithme, code, déplacement, langages, orientation, représentations, robot

### Prérequis :

Aucun, d'un point de vue scientifique : cette séquence est une première approche de la robotique, au moment où ce domaine entre dans les nouveaux programmes de l'école française.

### Brève description :

- La robotique à l'école est une activité transversale qui s'inscrit à la fois dans le domaine des mathématiques, des objets construits par l'homme et du numérique. Elle est aussi l'occasion de travailler des aspects langagiers propres aux sciences et à la programmation.

- Les robots utilisés ne possèdent pas de capteurs. Ce sont des automates. Les actions conditionnelles sont abordées en séances 6 et suivantes, avec les activités débranchées et la programmation graphique.

- Nous privilégions ici l'apprentissage de langages non naturels, avec un focus sur différents systèmes de référence utilisés en robotique et en programmation graphique.

### Séquence d'activités :

**Séance 1** - Situation d'entrée

- Émergence et recueil des représentations initiales sur ce qu'est un robot ; problématisation

**Séance 2** – Découverte de robots BlueBot ; manipulations et production d'un tutoriel

- Que peut-on faire faire à ces robots ?

- Comment sont-ils faits ?

- A quoi sert chaque bouton ?

Confrontation des réponses des élèves : observation des diverses représentations et nécessité d'un langage commun (oral et écrit) pour décrire la fonction de chaque bouton.

- Recherche des éléments constitutifs et de leur fonctionnalité.

Séance 3 – Programmer les robots

- Traduire un scénario en instructions : vers l'algorithme

- Coder l'algorithme en langage BlueBot

- Entrer un programme dans le robot.

**Séance 4** – Coder et décoder des déplacements

- Modalités diversifiées : application ; robot ; matériel papier, carton, bouchons

**Séance 5** – Initiation à la programmation par blocs

- Utilisation d'un jeu cartonné, *L'île au trésor*, avec le langage de Scratch2.

**Séance 6** – Activités débranchées et programmation graphique

- Entraînement à Scratch2 avec le jeu *L'île au trésor*

**Suite** : Programmation graphique par blocs

- Initiation et entraînement à Scratch et Code.org.

### Compétences / objectifs d'apprentissage

1- Décrire le fonctionnement d'un objet technique

- Identifier les composants de l'objet "robot" et leur fonction

- Représenter le fonctionnement d'un objet technique

2- Initier les élèves à la "pensée algorithmique"

- Étudier des mouvements simples avec des approches autocentrée et allocentrée

- Prendre conscience de différents systèmes de référence pour (se) situer, (s')orienter et (se) déplacer

- Coder et décoder des positions et des déplacements

- Utiliser un langage adapté au matériel utilisé

- Décrypter l'algorithme qui contrôle le robot

- S'initier à la programmation par blocs : repères, boucles, conditions, variables.

**Durée** : 5 séances minimum

### Ressources :

- Robot BlueBot et matériel adapté (tapis, cartes)

- Application BlueBot sur PC et tablette

- Scratch2 et Code.org

- Jeu cartonné : plateaux de jeu, cartes et pions

- Jeu "L'île au trésor" (IREM de Rennes)



## Comparer des crânes (10-15 ans)

Lucia Stelli (*ANISN Pise*)

**Domaine :** Biologie

**Niveau scolaire :** Cycles 3-4

**Mots clés :**

Crâne, lien entre la forme et la fonction, classification, carnivores, herbivores, champ de vision, rapport prédateurs-proies

**Prérequis :**

Utilisation de ses cinq sens pour déceler des propriétés ;  
Identification des différences et points communs.

**Brève description :**

Cette séquence vise à découvrir le lien entre la forme et la fonction. Grâce à l'observation et à la comparaison des crânes de certains mammifères et reptiles, il est possible de déduire des aspects importants de la vie de ces animaux, comme leur alimentation, leur vision et leurs rapports prédateurs-proies.

**Enquête/Articulation de la séquence :**

**1. Reconnaître et classer :**

Des crânes de chien, chèvre, chevreuil, sanglier, lapin, daim, chat, loup et tortue sont placés sur le bureau de l'enseignant. Les élèves sont invités à les observer et à raconter à l'oral leurs découvertes. Seuls ou en groupe, ils essaient d'identifier les caractéristiques utiles pour reconnaître et classer ces crânes.

**2. Les dents et la nutrition :**

L'observation des dents d'un crâne amène à réaliser que la forme, la taille et le nombre des dents varient et que ces différences sont liées au mode d'alimentation. On compare la forme des dents à des outils du quotidien pour chercher à comprendre les différentes fonctions remplies par les dents et les spécificités qui en découlent concernant le mode de nutrition de l'animal.

**3. De la vision aux rapports prédateurs-proies.**

Quelques expériences sont proposées pour définir le concept

de champ de vision et estimer sa largeur. À partir du traçage du champ de vision de l'homme, émergent les limites de notre vision périphérique et l'importance de la vision stéréoscopique. L'analyse de certaines illustrations sur lesquelles sont représentés les champs de vision de plusieurs animaux permet d'identifier le lien entre la position des cavités orbitales et la largeur du champ de vision et d'en déduire les rapports prédateurs-proies.

**4. Comparaison avec le crâne humain :**

Les dents et les cavités orbitales du crâne humain sont comparées à celles des herbivores et des carnivores. L'observation des différences entre deux images de crânes humains, l'un d'homme et l'autre de femme, permet aux élèves d'associer chaque crâne avec le sexe qui lui correspond.

**Objectifs pédagogiques :**

- Connaître les principales caractéristiques et les modes de vie des animaux.
- Identifier, sur un crâne, les éléments de nature à permettre de reconnaître l'animal.
- Identifier les points communs, de façon à créer des catégories
- Établir les rapports prédateurs-proies et les liens avec le milieu de vie.
- Décrire et interpréter le fonctionnement du corps comme un système complexe situé dans un environnement spécifique.

**Durée :**

10 à 12 heures.

**Matériel :**

Kit composé de crânes de tortue des marais, lapin chat, chien, sanglier, loup, daim, chevreuil et d'homme.  
Ressources technologiques (tableau blanc interactif, ordinateur, appareil photo numérique).





## L'air est-il une matière ? (11-13 ans)

Fiorella Mazzanti (*ANISN Pise*), Silvia Ripoli (*I.C. Niccolò Pisano –Pise*), Elena Formaioni (*I.C. G. Galilei – Cecina*) et Maggiorana Giannessi (*I.I.S.S. A. Pesenti – Cascina*)

### Domaines :

Sciences et technologie, la matière

**Niveau scolaire :** Cycle 3

### Mots clés :

Air, matière, modèle particulaire.

### Prérequis :

Les états solide et liquide de la matière, le volume et la masse (poids) et leurs unités de mesure

### Brève description :

Les activités de cette séquence amènent les élèves à prendre conscience de l'existence de l'état gazeux de la matière et à construire un modèle de matière à l'état gazeux à partir de tests expérimentaux. En particulier, des activités exploratoires et des tests expérimentaux autour de l'air amènent à conclure que, bien qu'invisible, l'air existe et est une matière à l'état gazeux. Or cet état gazeux possède des caractéristiques particulières qui peuvent être expliquées à l'aide du modèle particulaire.

### Enquête/Articulation de la séquence :

1. L'existence de l'air peut-elle être démontrée ?

À partir de l'utilisation du mot « air » dans le langage courant et de la perception que l'on en a (Peut-on le voir ? Le toucher ?), les élèves doivent imaginer une expérience susceptible de démontrer l'existence de l'air. L'expérience imaginée est réalisée et l'existence de l'air est donc démontrée. Les élèves traitent aussi du sens scientifique du mot « vide » et découvrent que l'air « occupe de l'espace » et possède ainsi le même volume que le récipient qui le contient. Il est donc possible de le mesurer.

2. Peut-on recueillir de l'air ? Peut-on peser l'air ?

La nature matérielle de l'air est renforcée par l'élaboration d'expériences visant à recueillir de l'air dans un contenant pour le transférer dans un autre. Puisqu'il s'agit d'un élément concret, l'air a une masse et donc un poids : les élèves peuvent le mesurer à l'aide d'une expérience.

3. Quel modèle pour l'état gazeux ? Les élèves étudient les propriétés de l'air en comparant l'état gazeux aux états liquide et solide. Ils découvrent que l'air possède les propriétés caractéristiques d'un gaz, comme la compressibilité. À l'aide d'une expérience, un modèle particulaire concret est suggéré pour décrire les propriétés des trois états physiques : liquide, gazeux et solide.

### Objectifs pédagogiques :

- Observer le comportement de l'air.
- Recueillir de l'air.
- Transférer de l'air d'un contenant à un autre.
- Peser l'air.
- Identifier la nature matérielle de l'air (masse et volume).
- Modéliser les états physiques de la matière à l'aide de particules.

### Durée :

10 à 12 heures.

### Matériel :

Barquettes transparentes, eau, bouchons de liège, 2 fioles, 2 béchers de 100 ml, 1 bouteille en plastique de 0,5 L et 1 de 1 L à 1,5 L, 5 seringues de 3 cm, ballons de baudruche, petit ballon de volley (200 g) ou bouteille de vin munie d'un bouchon et d'une pompe à vide d'air ou récipient pour aliments avec pompe à vide d'air, balance (d'une capacité de 200 g et d'une précision de 0,01 g), petits blocs de polystyrène, papier d'aluminium, sacs transparents fins.



# Étude de la matière : expériences autour des mélanges

Rossella Battolla, Ilaria Papi et Vanna Serani (*ANISN – Pise*)

## Domaines :

Sciences et technologie, la matière

**Niveau scolaire :** Cycle 3

## Mots clés :

Mélange hétérogène, mélange ou solution homogène, suspension, émulsion, tamisage, filtrage, évaporation

## Prérequis :

- Connaître les trois états de la matière ;
- Maîtriser le concept de la transition de phase ;
- Savoir mesurer la masse et le volume.

## Brève description :

Cette séquence traite de la connaissance des différents types de mélanges (un solide avec un solide, un solide dans l'eau, un liquide dans l'eau) et des procédures pour récupérer les substances mélangées.

## Enquête/Articulation de la séquence :

1. Les mélanges solides et les méthodes de séparation.  
Une activité de manipulation et d'observation est organisée : les élèves doivent mélanger plusieurs matières solides. Ils observent les interactions possibles entre les différents matériaux et les notent dans un tableau. Dans un deuxième temps, les élèves proposent et testent plusieurs méthodes pour séparer les ingrédients d'un solide ou d'un mélange solide. Ils vérifient que les quantités de substances récupérées correspondent aux quantités initiales.
2. Les mélanges solides dans l'eau et les méthodes de séparation.

Les élèves mélangent les différentes substances solides avec de l'eau et notent leurs observations dans un tableau pour garder une trace de ce qu'il advient de l'eau et des diverses substances. On définit les concepts de mélanges hétérogènes et homogènes. Les élèves suggèrent et testent ensuite des méthodes pour séparer les substances solides de l'eau.

Les mélanges liquides dans l'eau et les méthodes de séparation. Les élèves mélangent plusieurs substances liquides avec de l'eau puis observent, décrivent et recueillent leurs résultats dans un tableau. On définit les concepts de solution et d'émulsion. Enfin, plusieurs méthodes pour séparer l'eau de l'huile sont testées.

## Objectifs pédagogiques :

- Distinguer une substance d'un mélange (un ensemble de substances)
- Maîtriser les concepts d'homogénéité et d'hétérogénéité d'un mélange
- Savoir choisir et utiliser les techniques de séparation des composants d'un mélange.

## Durée :

12 à 14 heures.

## Matériel :

Lentilles, farine de maïs, pois chiches, haricots, sucre, sel, sable, riz, poudre de fer, eau distillée, huile, café en poudre, sirop de menthe (ou autre sirop), alcool, sciure, soucoupes en plastique, cuillères en plastique, petite bouteille en plastique, paille, petit bouchon de bouteille percé, gobelets en plastique transparent, passoirs, filets de différentes tailles, loupes, pinces, entonnoirs, serviettes en papier, seringues, pipettes, plaques électriques, aimants, balance.



# Étude de la matière : expériences autour des solutions (11-14 ans)

Rossella Battolla, Ilaria Papi et Vanna Serani (*ANISN Pise*)

## Discipline

Chimie

## Niveau scolaire

Collège

## Mots clés

Solution, solvant, soluté, concentration, solubilité, pH.

## Prérequis

- Les concepts de mélange hétérogène et homogène
- Les techniques pour séparer les composants d'un mélange hétérogène ou homogène, solide-liquide et liquide-liquide
- Les techniques pour récupérer le soluté
- Les transitions de phase

## Brève description

Le projet suivant est inclus dans la thématique générale des mélanges et propose une étude approfondie des solutions. En outre, certaines propriétés des solutions comme la concentration, la solubilité et le pH sont traitées et testées.

## Enquête/Articulation de la séquence :

### 1. Définissons une solution

À partir de mélanges homogènes et hétérogènes solide-liquide et liquide-liquide, les élèves découvrent et expérimentent les caractéristiques d'une solution. Ils vérifient ensuite la possibilité de séparer et récupérer le solvant et le soluté, notamment par le biais du processus de distillation.

### 2. Concentration et solubilité

À l'aide de solutions dont la concentration en sulfate de cuivre augmente, les élèves associent la variation d'intensité de couleur avec les différentes concentrations.

Enfin, la solubilité de plusieurs substances est mesurée et un lien est établi entre la solubilité et la température.

**3. Découvrons une nouvelle propriété des solutions** Après utilisation de produits chimiques et d'indicateurs naturels, les solutions sont classées comme acides, neutres ou basiques.

## Objectifs pédagogiques :

- Renforcer le concept d'homogénéité et d'hétérogénéité d'un mélange.
- Acquérir des connaissances sur les techniques de séparation et de récupération des composants d'une solution (solvant et soluté).
- Observer et reconnaître les solutions d'une même substance, à des concentrations diverses.
- Se familiariser avec le concept de solubilité en comparant le comportement de certaines substances solides dans l'eau.
- Reconnaître le degré d'acidité ou de basicité d'une solution à l'aide d'indicateurs universels et naturels.

## Durée

14 à 16 heures.

## Matériel :

Béchers en verre, distillateur (ou fiole à vide, bouchon en caoutchouc, tube en caoutchouc), cuillères en plastique, tiges de verre, plaques électriques, balance numérique, compte-gouttes, tubes à essai, portoirs pour tubes à essai, gobelets en plastique transparent, papier d'aluminium, eau distillée, sulfate de cuivre, sable, plâtre en poudre, chlorure de sodium (sel de cuisine), sucre, huile, détachant, alcool éthylique, glace, lessive, shampoing, eau potable, Coca-Cola, bicarbonate, jus de citron, vinaigre blanc, indicateur universel, thé, karkadé (infusion de feuilles d'hibiscus), chou rouge



## Ne m'appellez plus jamais caillou (11-15 ans)

Dall'Antonia Barbara, Giannessi Maggiorana et Stelli Lucia (*ANISN Pise*) ; Finato Barbara (*I.C. Sacchetti, San Miniato*)

**Domaine :** Géologie

**Niveau scolaire :** Cycles 3-4

**Mots clés :**

Dépôts sédimentaires, granulométrie, calcaire, silice, dureté, lithification, classification

**Prérequis :**

Explorer la réalité à travers ses cinq sens, classer, mesurer des longueurs, enregistrer des données

**Brève description :**

Les pierres, y compris les dépôts sédimentaires, représentent une matière concrète extrêmement variée et riche en propriétés. Par ailleurs, on en trouve facilement dans les environnements urbains et naturels. Le sujet est souvent abordé au lycée, probablement en raison de son ampleur et de sa complexité, ou encore de la nécessité d'une approche multidisciplinaire. Cette séquence, qui favorise le travail en petits groupes, est destiné aux collégiens ou jeunes lycéens. Il leur propose d'étudier les principales propriétés des dépôts sédimentaires, de comprendre le processus de lithification et d'identifier et classer certaines lithotypes. En parallèle, cette séquence favorise le développement de certaines compétences scientifiques fondamentales comme l'observation, la description, la communication, la comparaison, l'expérimentation, la classification et la modélisation des phénomènes.

**Enquête/Articulation de la séquence :**

1. Implication. En proposant des photographies de dépôts sédimentaires présents sur le territoire, on stimule la curiosité et on remet ses préjugés en question.
2. Les principales propriétés d'une roche sédimentaire et les caractéristiques d'une description « adéquate ». On observe et décrit des échantillons de roches pour identifier leurs principales propriétés.
3. Description des différentes collections. On décrit et compare les échantillons des différentes collections avant de réfléchir à la subjectivité/l'objectivité de leurs propriétés.
4. Construction d'une classification initiale en 3 catégories granulométriques. On indique les principales propriétés, la

taille des « plus petits composants » et la perception tactile. Les échantillons sont classés en fonction de la taille de leurs particules.

5. On compare les roches et les sédiments et on bâtit une classification plus rigoureuse en 3 catégories granulométriques. Les limites dimensionnelles des 3 catégories granulométriques sont définies puis une distinction initiale est établie entre les roches et les sédiments.

6. Identification d'autres propriétés importantes : la présence de calcaire et la dureté. La distinction entre une roche et un sédiment est clarifiée et les propriétés physico-chimiques des dépôts sédimentaires sont analysées.

7. Classification en fonction de la présence de calcaire et de la dureté. Une classification plus détaillée, quoique simplifiée, des échantillons de la collection est bâtie en appliquant successivement plusieurs critères (granulométrie, présence de calcaire, dureté).

8. Création de modèles de roches. À l'aide de sédiments, d'eau et d'une seringue, les modèles de roches sont construits et on étudie le processus de lithification. On en conclut que, pour devenir une roche, les sédiments doivent être compactés et fixés les uns aux autres grâce à un « liant/ciment ».

9. On réalise une analyse des propriétés et une classification. La comparaison des échantillons et des modèles permet d'appréhender la variété des dépôts sédimentaires et la complexité du phénomène qui mène à leur formation ou transformation. La classification est approfondie en reconnaissant ses limites et les simplifications caractéristiques des processus de catégorisation humains.

**Objectifs pédagogiques :**

- Développer des compétences de perception, description et classification ;
- Analyser et décrire certaines des propriétés principales des dépôts sédimentaires ;
- Identifier les phénomènes majeurs liés au processus de lithification ;
- Reconnaître certains grands lithotypes sédimentaires sur le territoire ;
- Prendre conscience de la grande variété et de la complexité des dépôts sédimentaires.

**Durée :**

11 à 12 heures.

**Matériel :**

5 collections de 8 échantillons de roches en lien avec 7 lithotypes différents, fragments de lithotypes, sédiments (gravier, sable calcaire et silicieux, argile en poudre ou compacte, boue calcaire), eau, vinaigre blanc, Thermos/plaque chauffante, récipients en verre, loupes,



papier quadrillé, verres, assiettes, cuillères à café et gobelets en plastique, clous en acier, bâtonnets,

pipettes/vaporisateurs, bicarbonate de soude, seringues de 60 ml.

## Que fait la Lune dans le ciel ? (13-15 ans)

Dall'Antonia Barbara, Giannessi Maggiorana (*ANISN Pise*) ; Finato Barbara (*I.C. Sacchetti, San Miniato*)

### Domaine :

Sciences physiques

**Niveau scolaire :** Cycle 4

### Mots clés :

Lune, Terre, Soleil, mouvement apparent, élévation, culmination, coucher, révolution, rotation, phases lunaires.

### Prérequis :

Mesurer des longueurs, enregistrer des données, posséder quelques connaissances sur le système solaire et les phénomènes terrestres périodiques (rotation et révolution).

### Brève description :

Après une phase pendant laquelle les élèves recherchent les dimensions du système Soleil-Terre-Lune à l'aide de modèles concrets, le projet se poursuit par diverses activités comme des observations directes de la Lune (qui peuvent être intégrées à plusieurs types de ressources numériques) et des simulations basées sur des jeux de mouvement et des constructions de modèles. À l'occasion des différentes activités de simulation, les enfants expérimentent directement les phénomènes observés et sont guidés pour appliquer les procédures propres à la méthode scientifique en construisant des modèles cohérents avec leurs données expérimentales. On interprète donc certains des phénomènes célestes les plus simples concernant la Lune : son mouvement quotidien apparent, son décalage permanent par rapport au Soleil, l'invariance de l'hémisphère visible depuis la Terre, le cycle des phases lunaires.

### Enquête/Articulation de la séquence :

1. Que sait-on sur la Lune ? Au fil des questions, la curiosité est stimulée et les idées préconçues sont remises en cause.
2. Maquette du système Soleil-Terre-Lune. Grâce à l'utilisation de sphères, les élèves formulent des hypothèses sur les dimensions et les distances dans le système Soleil-Terre-Lune et les vérifient afin de construire une représentation à l'échelle.
3. Observons la Lune. Au moyen d'observations directes, qui peuvent être intégrées à plusieurs types de ressources numériques, des données sont recueillies sur le mouvement quotidien de la Lune, les caractéristiques de sa surface et les phases lunaires. La régularité et la cyclicité sont identifiées dans les phénomènes observés.
4. Le mouvement quotidien apparent de la Lune. À travers des jeux de mouvement, les élèves travaillent autour du

mouvement quotidien apparent de la Lune lié au mouvement rotationnel de la Terre et découvrent que le décalage de la Lune par rapport au Soleil signifie qu'elle bouge autour de la Terre.

5. La révolution de la Lune. Le mouvement de révolution lunaire autour de la Terre est simulé, à la fois dans le sens des aiguilles d'une montre et en sens inverse, et les conséquences sont analysées. On en conclut que le décalage de la Lune par rapport au Soleil s'explique par sa révolution lente dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

6. La rotation de la Lune. Grâce à des simulations et des modélisations, on reproduit la révolution et la rotation de la Lune, en se concentrant sur leur synchronie afin d'expliquer pourquoi la Lune montre toujours le même côté à la Terre.

7. Les phases lunaires. Grâce à des simulations et des modélisations sur des matériaux simples, les élèves représentent et expliquent les phases de la Lune sous forme de visions prospectives, depuis la Terre, des positions relatives entre la Terre, le Soleil et la Lune.

8. L'heure du lever et du coucher de la Lune. Les élèves observent via des expériences que les heures de lever, de culmination et de coucher de la Lune dépendent de sa phase (c.-à-d. de sa position le long de l'orbite).

### Objectifs pédagogiques :

- Se familiariser avec les dimensions astronomiques du système Soleil-Terre-Lune.
- Observer et décrire les phénomènes du ciel en identifiant les invariances, les changements, les régularités et la cyclicité.
- Construire des modèles interprétatifs de certains des phénomènes célestes les plus évidents concernant la Lune, en les associant avec le mouvement de rotation de la Terre et avec les caractéristiques des mouvements de rotation et de révolution de la Lune autour de la Terre.

### Durée :

15 à 16 heures en classe, avec des durées variables d'observations directes du ciel selon les séances.

### Matériel :

Tiges en bois d'environ 125 cm de long, petits clous, ficelle, règles, mètre ruban, balles (Ø 22 cm), boules de polystyrène de différentes tailles (Ø 12, 6, 4, 1 cm), petite balle de couleur, demi-sphère noire, papier adhésif, bouchons, patins en feutre noir, feutres noirs indélébiles, piques à brochettes, lampes de poche, PC, grand espace pour les simulations.



## Où suis-je et quelle heure est-il ? (cycle 4)

Dall'Antonia Barbara et Stelli Lucia (*ANISN, Pise*)

**Discipline :** Sciences physiques

**Mots clés :** Maillage géographique, longitude, latitude, mouvement apparent du Soleil, heure locale, heure normale, fuseaux horaires

**Prérequis :**

Être capable de mesurer des longueurs, des angles et des intervalles de temps, connaître les entités géométriques d'un plan et d'un espace, calculer une circonférence, résoudre des proportions et maîtriser le mouvement rotationnel de la Terre et le mouvement apparent du Soleil qui en découle.

**Brève description :**

Cette séquence vise à mieux comprendre et connaître certains concepts fondamentaux en géographie, astronomie et géométrie qui, quoique complexes (dans la mesure où ils impliquent des compétences liées au transfert de trois dimensions en deux dimensions), sont souvent abordés de manière encyclopédique et factuelle. Les élèves doivent manipuler et décrire des modèles simples (sphères de polystyrène et morceaux de fruits) ainsi qu'un « squelette » de la Terre avec un goniomètre pour percevoir en trois dimensions les mesures angulaires de latitude et de longitude. Les concepts de maillage et de coordonnées géographiques sont ensuite explorés, et leur utilité pour « se déplacer » à la surface de la Terre est testée. Une étude approfondie est menée pour donner du sens à l'utilisation des fractions d'angles en degrés.

Enfin, en proposant des situations problématiques et en utilisant des jeux de mouvement et autres simulations, les concepts d'heure locale, de fuseau horaire et d'heure universelle sont traités.

**Enquête/Articulation de la séquence :**

1. La position de l'axe de la Terre par rapport aux rayons du Soleil. Les élèves effectuent des simulations à l'aide d'une sphère et d'une lampe de poche afin de comprendre que l'alternance jour/nuit à chaque endroit de la Terre se produit lorsque les rayons du Soleil atteignent l'axe de manière quasi perpendiculaire.

2. Le maillage géographique de la Terre. Un rappel des éléments fondamentaux du système de référence terrestre est effectué à travers une activité de manipulation d'un fruit presque rond, comme une pomme. Le modèle de la pomme est utilisé pour tracer, sectionner, obtenir et définir, d'un point de vue géométrique, l'équateur, les méridiens et les parallèles.

3. Les itinéraires sur le maillage géographique et sur un plan cartésien : analogies et différences. Les élèves décrivent un itinéraire sur le maillage géographique et sur le plan cartésien avant de les comparer pour identifier les

similitudes et les différences. Ils comprennent alors que l'utilisation des mesures de longueur pour indiquer les mouvements sur la surface de la Terre présente certaines faiblesses.

4. Les mesures d'angles pour définir une position ou un mouvement sur la surface de la Terre. À l'aide du « squelette » terrestre spécialement construit, les élèves testent les avantages de l'utilisation des mesures angulaires de latitude et de longitude pour définir des mouvements à la surface de la Terre. Un vrai problème de localisation est résolu au moyen des coordonnées géographiques, exprimées au degré près, afin de faire émerger la nécessité de recourir aux sous-multiples.

5. Le mouvement quotidien apparent du Soleil et les différents moments de la journée. Grâce à des jeux de mouvement, les élèves interprètent le déplacement du Soleil comme un mouvement apparent lié à la rotation de la Terre et associent les différents moments de la journée (heure locale) à la position du Soleil par rapport aux points cardinaux et à sa hauteur au-dessus de l'horizon.

6. Heure locale, heure normale et fuseaux horaires

À l'aide de situations problématiques qui impliquent la conversion de mesures angulaires de longitude en mesures de temps, et de simulations, on aborde les concepts d'heure locale, de fuseau horaire et d'heure nationale et universelle, en étudiant brièvement leur évolution dans le temps.

**Objectifs pédagogiques :**

- Définir les méridiens, l'équateur et les parallèles du point de vue géométrique.
- Expliquer pourquoi la latitude et la longitude s'expriment à l'aide de mesures d'angles.
- Travailler sur les coordonnées géographiques et reconnaître la pertinence des sous-multiples du degré.
- Expliquer en quoi l'heure locale dépend de la longitude.
- Convertir des mesures de longitude en mesures de temps et inversement.
- Connaître les différences entre l'heure locale et l'heure normale.
- Identifier les avantages des fuseaux horaires.

**Durée :** 8 heures.

**Matériel :**

Boules de polystyrène (Ø 4 et 6 cm), piques à brochettes, lampes de poche, pommes, couteaux, carton de couleur, globe terrestre, demi-sphères en polystyrène (Ø 20 cm), punaises, fils de couleur, « squelette » de la Terre avec rapporteurs, aimants, fil électrique, crayons feutres.



## Étude de la matière : découverte des réactions chimiques (11-14 ans)

Laura Barazzone, Ilaria Papi et Vanna Serani (*ANISN, Pise*)

### Discipline :

Chimie

### Niveau scolaire :

Cycle 4

### Mots clés :

Transformation de la matière, réactifs, produits, signes de réaction.

### Prérequis :

- Maîtriser la matière et ses états physiques
- La composition de la matière
- Le concept de mélange : hétérogène et homogène
- Les techniques de séparation des composants d'un mélange hétérogène et homogène

### Brève description :

L'atelier suivant entre dans le cadre de la transformation de la matière, de manière générale. Le concept de réaction chimique est défini à l'aide de plusieurs expériences. On découvre les signes à observer pour conclure qu'une réaction chimique s'est produite : la variation de l'état physique et des propriétés chimiques d'un produit en lien avec des réactifs, une production de gaz, une variation de température ou de pH.

### Enquête/Articulation de la séquence :

1. Découvrons ce qu'est une réaction chimique. Le chlorure de calcium et le bicarbonate de soude : cette expérience amène au concept de réaction chimique parce que le produit n'a pas les mêmes propriétés que les réactifs (le produit est

insoluble dans l'eau)

2. On peut reconnaître une réaction chimique par d'autres signes :

Dans un deuxième temps, les élèves découvriront que la production de gaz, la variation de pH et la production ou la consommation d'énergie sont des signes qui témoignent d'une réaction chimique.

Des expériences seront proposées en lien avec la production de gaz, pour identifier le dioxyde de carbone. Pour conclure sur le concept de la transformation de la matière, on compare les réactions qui se produisent entre le fer et le sulfate de fer et la cristallisation du sulfate de fer.

### Objectifs pédagogiques :

- Explorer le concept de transformation de la matière.
- Découvrir le concept de réaction chimique.
- Analyser une réaction chimique et distinguer les réactifs et les produits.
- Reconnaître une réaction chimique à certains signes.

**Durée :** 10 à 12 heures.

### Matériel :

Petites cuillères en plastique, tiges de verre, béchers, fioles, tubes à essai en plastique transparent, pailles, entonnoirs, ballons, thermomètre, plaque chauffante, matériel pour test au papier de tournesol, chlorure de calcium, bicarbonate de soude, eau distillée, vinaigre blanc, eau de chaux, levure en poudre, peroxyde d'hydrogène à 3 %, sulfate de cuivre, gros clou en fer, papier de verre, papier filtre, poudre de cuivre, fil de coton.



## Ferments : fermentation (13-15 ans)

Isabella Marini (*ANISN, Pise*)

### Discipline

Biologie, Chimie

### Niveau scolaire

Dernière année de collège

Deux premières années de lycée

### Mots clés

Fermentations, levures, indicateurs de pH, amidon et amiloplastie, enzymes.

### Prérequis

- Caractéristiques générales (structure et fonction) des êtres vivants
- Indices des réactions chimiques

### Brève description

Dans le parcours, certaines activités classiques d'observation sur la fermentation et sur les levures ont été revisités, intégrés et réorganisés avec la démarche d'enquête.

Dans la verticalisation entre le collège et le lycée, on passe graduellement du qualitatif au quantitatif, et du macroscopique au microscopique au moléculaire.

On part de contextes familiers pour arriver à l'idée d'enzyme, thème qui est aussi développé quantitativement dans le parcours pour les élèves les plus âgés.

Les fermentations, même historiquement, introduisent des thématiques biotechnologiques et biochimiques. Elles sont un point de départ valide pour la réflexion sur naturel vs artificiel.

### Enquête/Articulation de la séquence :

#### Introduction

Qu'est-il arrivé à ce jus de raisin oublié ?

Qu'est-il arrivé au bout d'une heure à cette pâte à pizza ?

1.

Qu'est-ce qui fait gonfler la pâte ?

Un gaz se forme ?

Quel gaz y a-t-il dans les bulles ?

2.

À quoi est due cette étrange odeur ?

3.

Essayons de repartir depuis le début, et de maltraiter avec de la chaleur ou d'autres agents...

4.

Y a-t-il quelque chose d'invisible et de vivant ?

Du macro au micro....

5.

Enquêtons encore sur le pain, ou mieux, la farine

6.

Farine : amidon e gluten.

7.

La levure talentueuse et son "repas" préféré

### Objectifs

- Distinguer états (comment sont les choses) et transformations (comment les choses changent)
- Voir et penser en termes de relations : organismes et environnements de vie
- Décrire des propriétés, des variables et des constantes
- Repérer des rapports de cause à effet
- Élaborer des hypothèses sur la base des données recueillies

### Durée

12-15 heures

### Matériel

bleu de bromothymol, 10 pailles, porte éprouvettes, 20 éprouvettes, 1 Fiole conique avec bouchon en caoutchouc et tube de verre, caoutchouc, 4 éprouvettes avec 1 g d'alginate, CaCl<sub>2</sub>, 10 compte-gouttes en plastique, ballons gonflables petits et moyens, cube de levure-alginate, saccharose, fructose, glucose, amidon, sucre de canne, édulcorant, 5 petites bouteilles de verre, verres en plastique transparent, 1 Becker de 100 mL, 1 seringue de 2,5 mL





# Robotique pédagogique : Lego Mindstorms (10-16 ans)

Vanna Serani (ANISN, Pise)

**Discipline:**

Technologie

**Niveau scolaire :**

Collège-Lycée

**Mots clés :**

Robot, conception, programmation.

**Prérequis : x****Brève description :**

Cette séquence vise à promouvoir une nouvelle culture des technologies de pointe et l'utilisation des ordinateurs et des plateformes robotiques à des fins pédagogiques dans les écoles.

Le niveau d'analyse et surtout d'abstraction est différent entre les collégiens et les lycéens, de façon à ce que les élèves soient plus impliqués dans la formulation d'hypothèses et l'élaboration de solutions à des problèmes variés. C'est dans ce contexte que l'on présente le projet Lego Mindstorms (Lego srl). Le kit comprend des capteurs, des moteurs et un centre de commande, ainsi que de nombreuses pièces et structures mécaniques. Il vous permet de construire de petits robots et comprend un logiciel pour le programmer.

Au collège, l'atelier commence par le langage LOGO et l'utilisation du logiciel de programmation Scratch2.

**Enquête/Articulation de la séquence :****1. Programmation dans LOGO**

- Le langage de la tortue : du réel au virtuel
- Le concept de procédure
- Programmation de la solution à des problèmes graphiques avec la méthode ascendante et la méthode descendante.

**2. Programmation avec Scratch2****3. Utilisation du kit Mindstorm EV3**

- Phase 1 : résolution des problèmes de construction d'un robot, en se focalisant sur le fonctionnement du moteur, la mécanique du mouvement et la programmation informatique.
- Phase 2 : étude et application des dispositifs sensoriels
- Phase 3 : vérification du robot. La conception d'un véhicule qui, par exemple, doit se déplacer et agir dans une pièce sans être arrêté par le premier obstacle qu'il rencontre est relativement difficile du point de vue des problèmes de construction du robot, de sa programmation et des commandes. Les élèves seront invités à développer individuellement des procédures informatiques efficaces, à concevoir des algorithmes de commande et à les traduire en langage de programmation.

**Objectifs pédagogiques :**

- Permettre aux élèves de se familiariser avec certains concepts difficiles à apprendre comme la programmation informatique, le recueil et données et la conception ;
- Renforcer les aptitudes créatives des élèves ainsi que leur capacité de communication, de coopération et le travail en groupe ;
- Encourager les élèves à s'intéresser aux matières fondamentales traditionnelles : mathématiques, physique, dessin technique ;
- Collaborer et coopérer avec les autres membres du groupe ; réaliser que l'on ne peut pas résoudre un problème complexe seul mais qu'avec les autres c'est possible.

**Durée :**

20 heures.

**Matériel :**

langage LOGO, Scratch2, kit Mindstorm EV3



## L'air est-il une matière ? (15-16 ans)

Maggiorana Giannessi, Fiorella Mazzanti et Silvia Ripoli (*ANISN, Pise*)

### Discipline :

Sciences physiques

### Niveau scolaire :

Lycée

### Mots clés :

Air, modèle conceptuel, maquette, vide d'air, gaz, matière, poids, volume, compressibilité, élasticité, diffusion, densité.

### Prérequis :

Les états solide et liquide de la matière et leurs caractéristiques macroscopiques

Les quantités physiques P, V, T et leurs unités de mesure

Les élèves doivent respecter les règles de sécurité au sein du laboratoire

### Brève description :

L'objectif de cette séquence est de construire un modèle de matière à l'état gazeux au moyen de tests expérimentaux et de réflexions qui aboutissent sur les concepts suivants :

1. Le concept de l'air existe, l'air est une matière
2. Le modèle conceptuel de l'air, la matière à l'état gazeux
3. L'état gazeux et ses caractéristiques

### Enquête/Articulation de la séquence :

Cette séquence commence par les questions suivantes :

Que se passe-t-il lorsque l'on recouvre un bouchon qui flotte d'un verre à l'envers et que l'on cherche à l'enfoncer dans l'eau ?

Après avoir formulé leurs hypothèses, les élèves procèdent à cette expérience pour vérifier par eux-mêmes.

1. L'air existe-t-il ?

À partir d'expériences du quotidien et d'expressions courantes, les élèves doivent pouvoir décrire des situations qui démontrent l'existence de l'air.

2. Peut-on recueillir de l'air ? Peut-on peser l'air ?

Après avoir élaboré certaines hypothèses, les élèves essaient de recueillir de l'air, de le transférer d'un contenant à un autre

et de le peser.

Quel modèle pour l'état gazeux ?

La réflexion sur certaines caractéristiques de l'air aboutit sur la formulation du modèle conceptuel de la structure particulaire de la matière à l'état solide, liquide et gazeux.

Peut-on reconnaître certains gaz présents dans l'air ?

Plusieurs expériences sont proposées en vue de reconnaître et évaluer les caractéristiques des gaz suivants :

Dioxyde de carbone, hydrogène, oxygène et dioxyde de soufre.

### Objectifs pédagogiques :

- Observer le comportement de l'air et réfléchir sur le concept de la matière et du vide.
- Recueillir de l'air/du gaz et mesurer son volume.
- Transférer de l'air d'un contenant à un autre.
- Peser l'air.
- Formuler le modèle particulaire de la matière dans ses trois états d'agrégation.
- Reconnaître certains gaz à l'aide de tests simples.
- Expérimenter et évaluer le comportement physique des gaz (approche qualitative).

### Durée :

10 à 15 heures.

### Matériel :

Béchers, bassine remplie d'eau, bouchon de liège, 2 petites bouteilles en plastique (ou en verre) de différentes contenances, un petit ballon de volley (< 200 g), balance (jusqu'à 200 - 500 g - précision  $\pm 0,01$  g), ballons de baudruche, récipient rigide pour aliments avec pompe à vide d'air, seringues de 50 ml, pompe à vélo, fiole, plateau en verre, bougie, petit bloc de polystyrène, papier d'aluminium, sac transparent, deux gros tubes à essai, deux électrodes en graphite, fil électrique, générateur 4,5 V, compte-gouttes, quelques gouttes d'acide sulfurique, acide hydrochlorique, ammoniac, zinc, soufre, creuset, cristalliseur, capsule, indicateur universel, béchers, bec Bunsen



## Où suis-je et quelle heure est-il ? (cycle 4)

Dall'Antonia Barbara et Stelli Lucia (*ANISN, Pise*)

**Discipline :** Sciences physiques

**Mots clés :** Maillage géographique, longitude, latitude, mouvement apparent du Soleil, heure locale, heure normale, fuseaux horaires

**Prérequis :**

Être capable de mesurer des longueurs, des angles et des intervalles de temps, connaître les entités géométriques d'un plan et d'un espace, calculer une circonférence, résoudre des proportions et maîtriser le mouvement rotationnel de la Terre et le mouvement apparent du Soleil qui en découle.

**Brève description :**

Cette séquence vise à mieux comprendre et connaître certains concepts fondamentaux en géographie, astronomie et géométrie qui, quoique complexes (dans la mesure où ils impliquent des compétences liées au transfert de trois dimensions en deux dimensions), sont souvent abordés de manière encyclopédique et factuelle. Les élèves doivent manipuler et décrire des modèles simples (sphères de polystyrène et morceaux de fruits) ainsi qu'un « squelette » de la Terre avec un goniomètre pour percevoir en trois dimensions les mesures angulaires de latitude et de longitude. Les concepts de maillage et de coordonnées géographiques sont ensuite explorés, et leur utilité pour « se déplacer » à la surface de la Terre est testée. Une étude approfondie est menée pour donner du sens à l'utilisation des fractions d'angles en degrés.

Enfin, en proposant des situations problématiques et en utilisant des jeux de mouvement et autres simulations, les concepts d'heure locale, de fuseau horaire et d'heure universelle sont traités.

**Enquête/Articulation de la séquence :**

1. La position de l'axe de la Terre par rapport aux rayons du Soleil. Les élèves effectuent des simulations à l'aide d'une sphère et d'une lampe de poche afin de comprendre que l'alternance jour/nuit à chaque endroit de la Terre se produit lorsque les rayons du Soleil atteignent l'axe de manière quasi perpendiculaire.

2. Le maillage géographique de la Terre. Un rappel des éléments fondamentaux du système de référence terrestre est effectué à travers une activité de manipulation d'un fruit presque rond, comme une pomme. Le modèle de la pomme est utilisé pour tracer, sectionner, obtenir et définir, d'un point de vue géométrique, l'équateur, les méridiens et les parallèles.

3. Les itinéraires sur le maillage géographique et sur un plan cartésien : analogies et différences. Les élèves décrivent un itinéraire sur le maillage géographique et sur le plan cartésien avant de les comparer pour identifier les

similitudes et les différences. Ils comprennent alors que l'utilisation des mesures de longueur pour indiquer les mouvements sur la surface de la Terre présente certaines faiblesses.

4. Les mesures d'angles pour définir une position ou un mouvement sur la surface de la Terre. À l'aide du « squelette » terrestre spécialement construit, les élèves testent les avantages de l'utilisation des mesures angulaires de latitude et de longitude pour définir des mouvements à la surface de la Terre. Un vrai problème de localisation est résolu au moyen des coordonnées géographiques, exprimées au degré près, afin de faire émerger la nécessité de recourir aux sous-multiples.

5. Le mouvement quotidien apparent du Soleil et les différents moments de la journée. Grâce à des jeux de mouvement, les élèves interprètent le déplacement du Soleil comme un mouvement apparent lié à la rotation de la Terre et associent les différents moments de la journée (heure locale) à la position du Soleil par rapport aux points cardinaux et à sa hauteur au-dessus de l'horizon.

6. Heure locale, heure normale et fuseaux horaires

À l'aide de situations problématiques qui impliquent la conversion de mesures angulaires de longitude en mesures de temps, et de simulations, on aborde les concepts d'heure locale, de fuseau horaire et d'heure nationale et universelle, en étudiant brièvement leur évolution dans le temps.

**Objectifs pédagogiques :**

- Définir les méridiens, l'équateur et les parallèles du point de vue géométrique.
- Expliquer pourquoi la latitude et la longitude s'expriment à l'aide de mesures d'angles.
- Travailler sur les coordonnées géographiques et reconnaître la pertinence des sous-multiples du degré.
- Expliquer en quoi l'heure locale dépend de la longitude.
- Convertir des mesures de longitude en mesures de temps et inversement.
- Connaître les différences entre l'heure locale et l'heure normale.
- Identifier les avantages des fuseaux horaires.

**Durée :** 8 heures.

**Matériel :**

Boules de polystyrène (Ø 4 et 6 cm), piques à brochettes, lampes de poche, pommes, couteaux, carton de couleur, globe terrestre, demi-sphères en polystyrène (Ø 20 cm), punaises, fils de couleur, « squelette » de la Terre avec rapporteurs, aimants, fil électrique, crayons feutres



## Ferments : fermentation (13-15 ans)

Isabella Marini (*ANISN, Pise*)

### Discipline

Biologie, Chimie

### Niveau scolaire

Dernière année de collège

Deux premières années de lycée

### Mots clés

Fermentations, levures, indicateurs de pH, amidon et amiloplastie, enzymes.

### Prérequis

- Caractéristiques générales (structure et fonction) des êtres vivants
- Indices des réactions chimiques

### Brève description

Dans le parcours, certaines activités classiques d'observation sur la fermentation et sur les levures ont été revisitées, intégrées et réorganisées avec la démarche d'enquête.

Dans la verticalisation entre le collège et le lycée, on passe graduellement du qualitatif au quantitatif, et du macroscopique au microscopique au moléculaire.

On part de contextes familiers pour arriver à l'idée d'enzyme, thème qui est aussi développé quantitativement dans le parcours pour les élèves les plus âgés.

Les fermentations, même historiquement, introduisent des thématiques biotechnologiques et biochimiques. Elles sont un point de départ valide pour la réflexion sur naturel vs artificiel.

### Enquête/Articulation de la séquence :

Introduction

Qu'est-il arrivé à ce jus de raisin oublié ?

Qu'est-il arrivé au bout d'une heure à cette pâte à pizza ?

1.

Qu'est-ce qui fait gonfler la pâte ?

Un gaz se forme ?

Quel gaz y a-t-il dans les bulles ?

2.

À quoi est due cette étrange odeur ?

3.

Essayons de repartir depuis le début, et de maltraiter avec de la chaleur ou d'autres agents...

4.

Y a-t-il quelque chose d'invisible et de vivant ?

Du macro au micro....

5.

Enquêtons encore sur le pain, ou mieux, la farine

6.

Farine : amidon e gluten.

7.

La levure talentueuse et son "repas" préféré

### Objectifs

- Distinguer états (comment sont les choses) e transformations (comment les choses changent)
- Voir et penser en termes de relations : organismes et environnements de vie
- Décrire des propriétés, des variables et des constantes
- Repérer des rapports de cause à effet
- Élaborer des hypothèses sur la base des données recueillies

### Durée

12-15 heures

### Matériel

bleu de bromothymol, 10 pailles, porte éprouvettes, 20 éprouvettes, 1 fiole conique avec bouchon en caoutchouc et tube de verre, caoutchouc, 4 éprouvettes avec 1 g d'alginate, CaCl<sub>2</sub>, 10 compte-gouttes en plastique, ballons gonflables petits et moyens, cube de levure-alginate, saccharose, fructose, glucose, amidon, sucre de canne, édulcorant, 5 petites bouteilles de verre, verres en plastique transparent, 1 Becker de 100 mL, 1 seringue de 2,5 mL



# Ferments : enzymes (15-19 ans)

Isabella Marini (*ANISN, Pise*)

## Discipline

Biologie, Chimie

## Niveau scolaire

Lycée

## Mots clés

Fermentations, levures, indicateurs de pH, amidon et amiloplastie, enzymes.

## Prérequis

- Cinétique chimique
- Acides et bases
- Enzymes et cellules

## Brève description

Le rôle des enzymes, que ce soit comme catalyseurs biologiques que comme capteurs moléculaires, est central en biochimie cellulaire. Cette séquence introduit la biochimie des enzymes. Il est riche de réflexions didactiques et de points méthodologiques. Il propose un matériel facile à trouver, scientifiquement rigoureux et dans la ligne des développements actuels de la biologie. Dans la progression, nous avons tenu compte des durées de réalisation compatibles avec celles de l'école, et des réactifs non dangereux, peu coûteux et que l'on trouve facilement.

Le parcours suit le cycle d'apprentissage des 5 E : c'est un couple d'enquête où l'enquête, initialement guidée par le professeur, constitue la base, et il fait émerger des questions productives à étudier avec une enquête plus ouverte, pour les élèves, dans le but de les rendre toujours plus autonomes dans le projet, son exécution et l'analyse des résultats.

Le problème de la biodégradabilité des sacs en bioplastique constitue la stimulation initiale. La première phase prévoit des discussions dans les petits groupes. Elles portent les élèves à élaborer une recherche, une enquête expérimentale sur l'hydrolyse de l'amidon de la partie de l'amylose. Dans la seconde partie, grâce à une série d'expérimentations, les élèves acquièrent l'idée d'activité enzymatique, d'abord qualitativement, puis quantitativement. Ils étudient aussi comment quelques facteurs environnementaux peuvent l'influencer.

## Enquête/Articulation de la séquence :

## Introduction

Un sac de bioplastique et un autre de plastique : quelles différences ?

1. Le bioplastique contient-il de l'amidon ?
2. Idrolysons l'amidon.
3. Le glucose de l'amidon. Acides concentrés, températures élevées ? Non merci !
4. Lugol, chronomètre, amidon, ou comment mesurer l'activité amyliase.
5. L'amyliase perçoit l'environnement dans lequel il se trouve : le pH optimal. L'amyliase perçoit l'ambiente in cui si trova: il pH ottimale.
6. L'amyliase perçoit l'environnement dans lequel il se trouve : la temperature optimale.
7. Que se passe-t-il si la concentration d'amidon varie ? La courbe de substrat.

## Objectifs

- effectuer, dans la partie expérimentale du curriculum, le passage microscopique-moléculaire ;
- formuler des hypothèses et les vérifier avec une modalité de type hypothético-prédicatif ;
- reconnaître l'activité d'une enzyme au niveau qualitatif et quantitatif ;
- déterminer l'activité enzymatique ;
- évaluer l'effet des modifications environnementales sur l'activité enzymatique ;
- calculer les constantes cinétiques des enzymes michaelisens.

## Durée

12-15 heures

## Matériel

Éprouvettes, Eppendorf, porte-Eppendorf, Lugol, autopipettes à volume variable de 100-1000  $\mu$ L et 20-200  $\mu$ L, embouts, chronomètres, solution de glucose, solution d'amidon à 1%, Fehling A et B, extrait d'orge germé, pastille d'extrait pancréatique, solution d'amidon à 1%, tampon phosphate 50 mM pH 7, solutions tampon (glycine et Tris) à pH 2, 5, 6, 8, 9



## La bougie (12-15 ans)

Annalisa Caudullo (*ANISN, Pise*)

### Discipline :

Chimie

### Niveau scolaire :

Collège-lycée

### Mots clés :

Variables, combustion, réaction chimique, réactifs, produits, cire, mèche, capillarité, particules carbonées, essais chimiques.

### Prérequis :

- Connaissance des symboles de certains éléments chimiques et de la formule brute de l'eau et du dioxyde de carbone ;
- Connaissance pratique des états d'agrégation de la matière et reconnaissance des transitions de phase les plus courantes.

### Brève description :

Cette séquence peut être considéré comme indispensable pour étudier la chimie et, de manière générale, les sciences naturelles, comme l'a indiqué Faraday dans la première de ses 6 célèbres leçons à la Royal Institution entre 1827 et 1860, puis écrit dans son ouvrage *L'Histoire chimique d'une chandelle*.

On commence par un exercice d'observation et l'on demande aux élèves de décrire une bougie allumée, en fournissant un maximum de détails. À ce stade, des expériences simples sont réalisées pour permettre aux élèves de découvrir certains produits qui se forment lors de la combustion d'une bougie, et d'identifier le combustible et les éléments comburants ainsi que les propriétés de la mèche et de la flamme.

### Enquête/Articulation de la séquence :

#### A. Observation et description.

On commence par un exercice d'observation et l'on demande aux élèves de décrire une bougie allumée, en fournissant un maximum de détails. La stratégie pédagogique utilisée consiste à guider les élèves vers l'observation et la description d'une chandelle allumée et d'une autre éteinte, en insistant sur l'aspect linguistique, pour les aider à observer et parler de ce qu'ils voient.

#### B. Expériences pour rechercher les produits de la combustion de la bougie.

Des expériences simples sont réalisées pour découvrir la formation d'eau, de dioxyde de carbone et de particules carbonées lors de la combustion d'une bougie. La stratégie pédagogique privilégiée, outre certains éléments de la leçon

impliquant le dialogue, est le travail en groupe, selon la méthode inductive, en s'arrêtant aux deux premiers niveaux d'enquête : la confirmation et la structure. À certaines étapes de cette séquence pédagogique, on peut toutefois être amenés à utiliser l'enquête guidée.

#### C. Expériences de recherche des réactifs de la combustion d'une chandelle.

Des expériences simples sont réalisées pour découvrir la fonction de la mèche et le phénomène de capillarité pour, enfin, découvrir les éléments combustibles de la bougie. Les stratégies pédagogiques sont les mêmes qu'au point B.

#### D. Expériences sur les caractéristiques de la flamme de la bougie.

On observe puis décrit la flamme de la bougie, directement ou au travers de photos ou de vidéos. On étudie l'ombre de la flamme puis les données recueillies sont résumées et réorganisées. Les stratégies pédagogiques sont les mêmes qu'au point B.

### Objectifs pédagogiques :

- Observer et décrire qualitativement, et si possible quantitativement, ce que l'on observe.
- Distinguer les observations des interprétations.
- Identifier les conditions indispensables.
- Indiquer certaines des substances qui se forment avec la combustion d'une bougie.
- Identifier des essais susceptibles de démontrer la présence d'eau et de dioxyde de carbone.
- Indiquer le rôle de la mèche.
- Décrire et reconnaître le phénomène de capillarité.
- Indiquer les substances nécessaires à une combustion.
- Indiquer les transitions de phase des substances impliquées dans la combustion d'une bougie.
- Reconnaître certaines des caractéristiques de la flamme d'une bougie.
- Formuler, à partir des observations et des résultats obtenus, une explication logique de la combustion d'une bougie.

**Durée :** 11 à 12 heures.

### Matériel et outils :

Bougeoirs, bougies d'environ 2,5 - 3 cm de diamètre, petits entonnoirs en verre, fioles, tubes à essai, béchers ou bocaux en verre, lames de microscope, pipettes Pasteur, papier filtre, eau de chaux ou au baryum, pailles, cordons torsadés, ficelle, paille de fer, briquet avec flamme, filets anti-flamme, plaque électrique, dispositif avec vases communicants et tube capillaires. Feuilles de route pour faciliter l'atelier



# Robotique pédagogique : Lego Mindstorms (10-16 ans)

Vanna Serani (*ANISN, Pise*)

**Discipline:**

Technologie

**Niveau scolaire :**

Collège-Lycée

**Mots clés :**

Robot, conception, programmation.

**Prérequis :****Brève description :**

Cette séquence vise à promouvoir une nouvelle culture des technologies de pointe et l'utilisation des ordinateurs et des plateformes robotiques à des fins pédagogiques dans les écoles.

Le niveau d'analyse et surtout d'abstraction est différent entre les collégiens et les lycéens, de façon à ce que les élèves soient plus impliqués dans la formulation d'hypothèses et l'élaboration de solutions à des problèmes variés. C'est dans ce contexte que l'on présente le projet Lego Mindstorms (Lego srl). Le kit comprend des capteurs, des moteurs et un centre de commande, ainsi que de nombreuses pièces et structures mécaniques. Il vous permet de construire de petits robots et comprend un logiciel pour le programmer.

Au collège, l'atelier commence par le langage LOGO et l'utilisation du logiciel de programmation Scratch2.

**Enquête/Articulation de la séquence :****1. Programmation dans LOGO**

- Le langage de la tortue : du réel au virtuel
- Le concept de procédure
- Programmation de la solution à des problèmes graphiques avec la méthode ascendante et la méthode descendante

**2. Programmation avec Scratch2****3. Utilisation du kit Mindstorm EV3**

- Phase 1 : résolution des problèmes de construction d'un robot, en se focalisant sur le fonctionnement du moteur, la mécanique du mouvement et la programmation informatique.
- Phase 2 : étude et application des dispositifs sensoriels
- Phase 3 : vérification du robot. La conception d'un véhicule qui, par exemple, doit se déplacer et agir dans une pièce sans être arrêté par le premier obstacle qu'il rencontre est relativement difficile du point de vue des problèmes de construction du robot, de sa programmation et des commandes. Les élèves seront invités à développer individuellement des procédures informatiques efficaces, à concevoir des algorithmes de commande et à les traduire en langage de programmation.

**Objectifs pédagogiques :**

- Permettre aux élèves de se familiariser avec certains concepts difficiles à apprendre comme la programmation informatique, le recueil et données et la conception ;
- Renforcer les aptitudes créatives des élèves ainsi que leur capacité de communication, de coopération et le travail en groupe ;
- Encourager les élèves à s'intéresser aux matières fondamentales traditionnelles : mathématiques, physique, dessin technique ;
- Collaborer et coopérer avec les autres membres du groupe ; réaliser que l'on ne peut pas résoudre un problème complexe seul mais qu'avec les autres c'est possible.

**Durée :**

20 heures.

**Matériel :**

langage LOGO, Scratch2, kit Mindstorm EV3

