



**HAL**  
open science

## Différencier son enseignement par la variation des registres sémiotiques : quels effets sur les conceptions des élèves de seconde ?

Anne-Claire Giot, Martin Legrand, Aurélie Pezous

### ► To cite this version:

Anne-Claire Giot, Martin Legrand, Aurélie Pezous. Différencier son enseignement par la variation des registres sémiotiques : quels effets sur les conceptions des élèves de seconde ?. Education. 2019. dumas-02140738

**HAL Id: dumas-02140738**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02140738v1>

Submitted on 27 May 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# DIFFÉRENCIER SON ENSEIGNEMENT PAR LA VARIATION DES REGISTRES SÉMIOTIQUES : QUELS EFFETS SUR LES CONCEPTIONS DES ÉLÈVES DE SECONDE ?

Auteurs :

Anne-Claire GIOT

Martin LEGRAND

Aurélie PEZOUS

*Master 2 MEEF - Enseignement des sciences physiques et chimiques*

*Mémoire professionnel - Promotion 2018-2019*

Ecole supérieure du professorat et de l'éducation d'Aix-Marseille

Référent mémoire : Thierry CHAVE

Membres du jury : Thierry CHAVE & Damien GIVRY

# Remerciements

Nous souhaitons remercier vivement nos tuteurs de stage, M. Didier SBROGGIO, M. Nicolas JOUVE et Mme. Mélanie ROUX, qui nous ont guidé tout au long de ce travail. Nous les remercions de leur aide et de leur soutien dans la réalisation de ce projet.

Nous remercions tout particulièrement M. Damien GIVRY pour ses cours, pour son aide constante et ses réponses à toutes nos questions.

Nous remercions également M. Thierry Chave, référent de notre mémoire, pour nous avoir accompagnés tout au long de ce projet.

Enfin, nous souhaitons remercier tous les élèves, pour leur patience et leur travail, sans lesquels ce mémoire n'aurait pu voir le jour.

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	1
<b>Table des matières</b>	2
<b>Introduction</b>	4
Thème étudié	4
Cadre institutionnel	5
<b>Cadre de l'étude</b>	6
Cadre théorique	6
Différencier son enseignement	6
Définition	6
La différenciation en pratique	7
Changement conceptuel	7
Conception des élèves : Définition	7
L'influence des conceptions initiales	8
L'émergence des conceptions	8
L'importance des registres sémiotiques	10
<b>Problématique</b>	11
Hypothèses de travail	11
<b>Etude</b>	12
Choix de la méthode	12
Methodologie	12
Echantillon	12
Types de données	13
Recueil de données	14
Traitement des données	16
<b>Résultats</b>	20
Présentation des résultats	20
Discussion	29
Conceptions initiales décelées	29
Progression générale des élèves	29
Proposer plusieurs modes de réponses ?	30
Influence des registres sémiotiques sur les conceptions	31
Limites de l'étude	31
<b>Conclusion</b>	32
Conclusion (1 page)	32
Perspectives	33
<b>Bibliographie</b>	35

<b>Annexes</b>	38
Sommaire des annexes :	38
Annexe 1 : Activité construite pour la séance différenciée (multiplication des registres sémiotiques)	39
Annexe 2 : Activité construite pour la séance témoin (registre sémiotique du texte majoritaire)	41
Annexe 3 : Questionnaire permettant de recueillir les conceptions des élèves	43
Annexe 4 : Grille d'analyse détaillée pour chaque questionnaire relevé	46
Annexe 5 : Analyse des données	47
<b>Résumé</b>	49
<b>Mots-Clés</b>	49
<b>Abstract</b>	50
<b>Key Words</b>	50



1

# I. Introduction

## 1. Thème étudié

Notre étude se base sur le constat réalisé par les trois membres du groupe de l'hétérogénéité au sein de classes de seconde des acquis consécutifs à une séance. Différentes observations nous ont fait prendre conscience d'une diversité de rythmes et de niveaux qui nuit à l'acquisition par tous les élèves des connaissances et compétences de base visées par la séance : questionnement oral en fin de séance sur les acquis du jour, ramassage de travaux expérimentaux, attitude des élèves face à des exercices d'application, etc. Conformément aux postulats de Burns (1995, cité par Brandan, 2015), dans nos classes :

- “- il n'y a pas deux apprenants qui progressent à la même vitesse.
- il n'y a pas deux apprenants qui soient prêts à apprendre en même temps
- il n'y a pas deux apprenants qui utilisent les mêmes techniques d'étude ”

La gestion de l'hétérogénéité des classes est une problématique importante en pédagogie, et en particulier en France depuis 1975. Avec l'instauration du collège unique, l'enseignement secondaire est devenu obligatoire jusqu'à 16 ans, ce qui amène des publics venant de milieux sociaux variés à se côtoyer à l'école (David, 2006).

Dans l'optique de faire progresser tous les élèves, il nous paraît important de mettre en place des stratégies de différenciation. Ces stratégies doivent dans l'idéal nous permettre de prendre en compte l'hétérogénéité des savoirs des élèves précédents le cours, de s'assurer que tous les élèves atteignent les objectifs fixé pour la séance, et d'éviter que les lacunes ne s'accumulent (des effets bénéfiques sont supposés au-delà des simples “savoirs” : gestion de la classe, ambiance, motivation...).

---

<sup>1</sup> Source de l'illustration: <http://didac-ressources.eu/2018/10/10/heterogeite-des-publics/>

## 2. Cadre institutionnel

L'hétérogénéité des classes est une caractéristique souhaitée par l'institution. Le programme de seconde (B.O. spécial n°4 du 29 avril 2010) rappelle "[qu'il] importe de considérer la diversité des formes d'intelligence et de sensibilité comme voies d'accès à la réussite de tous les élèves". Pour gérer cette diversité, le programme propose "une adaptation des démarches et progressions".

Le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation (B.O. n°30 du 25 juillet 2013) précise que chaque professeur doit être à même de « construire, mettre en œuvre et animer des situations d'enseignement et d'apprentissage prenant en compte la diversité des élèves », notamment en « [Différenciant] son enseignement en fonction des rythmes d'apprentissage et des besoins de chacun ». Les outils du professeur pour gérer l'hétérogénéité des classes vers la réussite de tous semblent se trouver dans la différenciation.

Pour comprendre quels sont les outils de différenciation disponibles pour le professeur, le site EDUSCOL du Ministère de l'Education Nationale décrit, dans une de ses ressources transversales (La différenciation pédagogique, 2016), les enjeux et les modalités de la différenciation. Ce document détaille les différents axes de réflexion que le professeur peut envisager dans sa démarche de différenciation. Citons ici le fait de varier les variables didactiques, à savoir la complexité de la tâche et le nombre d'étapes nécessaires au raisonnement, ou encore de varier les registres sémiotiques (textes, images, vidéos, sons, schémas, dessins...).

De plus, comme le rappelle le programme de seconde (B.O. spécial n°4 du 29 avril 2010), les sciences physiques et chimiques offrent une pluralité d'options au professeur car "Plutôt que de privilégier une réussite fondée sur des considérations virtuelles et formelles, dans le seul domaine de la pensée, l'atout des sciences expérimentales comme la physique et la chimie est de s'appuyer sur l'observation, le concret et le « faire ensemble »."

L'institution exige donc du professeur une gestion de l'hétérogénéité souhaitée des élèves. Pour cela, elle met à sa disposition différents axes de différenciation, permettant ainsi d'adapter l'enseignement à la pluralité des élèves et de leurs intelligences, dont la multiplication des supports d'apprentissages.

## II. Cadre de l'étude

### 1. Cadre théorique

#### **Différencier son enseignement**

##### Définition

Face à l'hétérogénéité des élèves, la différenciation pédagogique apparaît à travers les documents institutionnels comme un outil indispensable à l'enseignant pour assurer la réussite de tous. Comme le rappelle le Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire (Cnesco, 2017), « les différentes formes de différenciation structurelle (redoublement, classes ségréguatives...) ne sont pas efficaces, au regard des résultats de la recherche ». Cependant la différenciation n'est pas d'un outil clairement définissable, ni une seule « recette pédagogique » efficace » (ibid.), mais plutôt d'une posture de l'enseignant, mettant en place un ensemble de pratiques pour s'adapter à l'hétérogénéité de ses élèves.

Ainsi Przesmycki (1994, cité par David, 2006) définit la différenciation pédagogique comme "un cadre souple où les apprentissages sont explicités et diversifiés pour que les élèves apprennent selon leurs propres itinéraires afin de s'approprier les savoirs et savoir-faire." Les élèves doivent être acteurs de leur apprentissage, ce qui suppose un accompagnement progressif du professeur vers plus d'autonomie.

Tomlinson & Strickland (2005) précisent ainsi que l'instruction par différenciation demande une réflexion systématique: une planification de séance pour des étudiants variés. Le professeur doit donc repenser chaque séance en fixant le double objectif d'aider les étudiants dans le besoin et de maximiser les capacités de tous. Cette deuxième définition rappelle l'importance du groupe classe : l'enseignement obligatoire a en particulier pour mission de former des citoyens, ce qui nécessite de conserver des moments d'enseignement collectifs. Cette notion est reprise et soulignée avec force par Meirieu (2017). Il définit la pédagogie différenciée par la négative : ce n'est pas une "école sur mesure". Les individualités doivent être prises en compte mais sont amenées à évoluer et ne doivent pas être enfermées dans "un donné".



Prendre en compte les individus ne doit pas se transformer en individualisme. Pour le Cnesco (ibid.), il s'agit enfin de rendre le « système éducatif [...] plus pertinent, efficace et équitable ».

A notre échelle, comment pouvons-nous mettre en œuvre cette différenciation ?

### La différenciation en pratique

Le Cnesco, dans un rapport d'une conférence de consensus portant sur la différenciation (2017), pointe différents aspects d'une séance sur lequel peut porter la différenciation : **les contenus d'apprentissage** (différents supports utilisés par exemple), **les processus d'apprentissage** (démarche expérimentale, activités documentaires, etc), **les productions/résultats**. On retrouve ces points dans les travaux de Tomlinson & Strickland (2005). Le Cnesco (2017) propose deux axes qui nous sont accessibles: les "pratiques enseignantes" et les "dispositifs dans la classe". Les pratiques enseignantes regroupent toutes les initiatives du professeur permettant la prise en compte de la diversité des élèves, à la fois avant le cours (dans le cadre de la préparation des supports et de l'organisation de la séance) et pendant le cours (pour créer une atmosphère de travail sereine).

## **Changement conceptuel**

### Conception des élèves : Définition

Giordan, sur son site internet<sup>2</sup>, définit les conceptions comme "des idées [...] sur les savoirs enseignés" que les élèves ont "avant d'aborder un enseignement". "C'est à travers celles-ci qu'ils essaient de comprendre les propos de l'enseignant ou qu'ils interprètent les situations proposés ou les documents fournis".

Pour Giordan (1990, cité par Gratian et al., 2016), « une conception est non pas le produit mais d'abord le processus d'une activité de construction mentale du réel ». Avec De Vecchi, il disait également qu'une conception est « un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes » (Giordan & De Vecchi, 1990, ibid.).

---

<sup>2</sup> <https://www.andregiordan.com/articles/apprendre/concepttapp.html>

Une conception est alors “l’explication que se fait l’individu du monde qui l’entoure, et ce via des modèles explicatifs dont il dispose” (Verhaeghe, Wolfs, & Compère, 2004, p.87).

Tiberghien et Vince (2004) définissent quant à eux les conceptions comme “un ensemble de connaissances ou de procédures hypothétiques que le chercheur attribue à l’élève dans le but de rendre compte des conduites de l’élève dans un ensemble de situations données”. Cette définition souligne l’importance de l’intermédiaire : il n’y a que l’élève qui a réellement et complètement accès à ses conceptions, nous ne pouvons que tenter de les reconstruire à partir de ce que l’élève exprime, sous une forme ou sous une autre.

### L’influence des conceptions initiales

Astolfi, cité par Capo di Ferro de Montarsolo & Roux (2013) affirme que « La recherche didactique a montré à quel point les représentations, que les élèves se font des savoirs qu’on projette de leur transmettre, résistent aux efforts d’enseignement. Ces représentations non seulement préexistent, mais elles tendent à accompagner l’apprentissage d’une façon diachronique à la scolarité et peuvent perdurer, presque intactes, jusqu’à son terme... et même bien au-delà. ». Il est donc primordial pour le professeur de connaître les conceptions initiales de ses élèves pour pouvoir les modifier si nécessaire. En effet, “on ne voit pas le monde, on se le représente” (Jarrosou, 1992, cité par Gratian et al., 2016). Chaque concept abordé lors d’une séance de cours fait donc toujours face aux conceptions que s’en fait à priori l’élève de par son expérience passée scolaire ou personnelle.

### **L’émergence des conceptions**

Afin de faire émerger les conceptions, selon Giordan & De Vecchi (1989), il existe 12 méthodes, comme «demander la définition de certains termes», «faire faire des dessins ou schémas représentant un élément ou un phénomène», «montrer des photographies et demander d’en faire un commentaire», etc. (Gratian et al., 2016).

Ils reportent aussi différentes méthodes pour faire évoluer les conceptions initiales :

- faire sans les conceptions initiales : les négliger, consciemment ou non
- faire avec : faire dire aux élèves ce qu’ils pensent

- faire contre : faire dire aux élèves puis présenter le nouveau savoir
- faire avec pour aller contre : faire dire aux élèves et les amener à trouver les limites de cette conception, pour en faire émerger une nouvelle.

De plus, Stavy & Berkovitz (1980, mentionnés par Scott, Asoko, & Driver, 1991, p.3), testent l'enseignement du "conflit par les idées". L'élève possède des connaissances qualitatives sur un sujet donné et pourraient les utiliser pour résoudre un problème numérique. Par exemple, pour certains élèves, lorsqu'on ajoute de l'eau tiède avec de l'eau tiède on obtient de l'eau tiède. Par contre, si on additionne deux eaux à 30°C, on obtient une eau à 60°C. Ainsi il y a un conflit entre le système qualitatif-intuitif et le système quantitatif-numérique.

Il semble également que les élèves ne voient pas seuls les différences qui existent entre les représentations qu'ils se font eux-mêmes d'un concept et celles que le professeur cherche à leur apprendre. Le conflit est alors un moyen de les amener à revoir leurs conceptions.

Cependant Dreyfus, Jungwirth & Elovitch (1990) expliquent que «les élèves brillants réagissent au conflit cognitif avec enthousiasme» tandis que les «élèves en difficulté [...] semblent développer des images dévalorisantes d'eux-mêmes, une attitude négative par rapport à l'école et aux travaux qu'on leur propose et une forme d'anxiété» (Scott et al., 1991, p.11). Ces élèves « essayent d'éviter le conflit et sont plus systématiquement enclins à reculer face au problème auquel ils étaient confrontés qui ne représente pour eux qu'un nouvel échec » (ibid.).

Enfin, pour évaluer l'influence d'un travail de groupe sur les conceptions initiales des élèves, Yannick Rio (2014) utilise des questionnaires préalables pour déterminer les conceptions initiales des élèves puis met en place un travail de groupe, où un rapporteur par groupe est filmé à la fin de la séance, sur 3 classes de cinquième en électrocinétique. Il constate sur deux de ces trois classes que le conflit socio-cognitif a permis de faire diminuer les conceptions erronées et en particulier de faire évoluer les conceptions des élèves "rapporteurs", alors que la troisième classe a rejeté la démarche d'investigation. En particulier la conception de modèle unifilaire est présente dans 56,2% des réponses avant enseignement, et seulement 2,08% des réponses après enseignement pour l'une des classes. Une méthode de réflexion en groupes

pourrait donc aussi permettre de faire évoluer les conceptions des élèves et de diminuer les conceptions erronées.

### **L'importance des registres sémiotiques**

Sur le cas de la mécanique, qui est le thème qui nous intéresse *a priori* pour mettre en place notre expérimentation, un article (Tiberghien & Malkoun, 2007) souligne le fait que tous les savoirs n'exigent pas le même "coût cognitif" pour être appris. En particulier certaines conceptions, comme le fait qu'il existe forcément une force dans la direction et le sens du mouvement de l'objet, peuvent demeurer même après la séquence d'enseignement, et ce malgré l'insistance du professeur pendant cette séquence. L'article souligne également le fait que, pour des "petits éléments de savoirs" (des notions "simples") il y a un lien fort entre la répétition/réutilisation de ces savoirs et leur acquisition. Pour des éléments plus complexes, la répétition ne suffit visiblement pas.

L'étude présentée montre que des élèves à qui un nouveau concept difficile a été présenté en s'appuyant sur des modes de représentations nouveaux (diagrammes systèmes-interactions) semblent s'en sortir mieux (meilleures progressions avant/après enseignement) que les élèves ayant suivi un enseignement "classique". Ces résultats semblent indiquer l'importance de l'utilisation de ce mode de représentation.

Les registres sémiotiques n'interviennent pas uniquement dans l'acquisition des savoirs. En particulier, Givry & Andreucci (2015) mettent en évidence que les performances des élèves pour restituer des savoirs varient selon le registre sémiotique utilisé dans les consignes et celui demandé dans la réponse de l'élève (texte, langage naturel, schéma).

Le site Pegase, entretenu par des professeurs en physique-chimie et des chercheurs en didactique, fournit de très nombreuses ressources pour l'enseignement de la physique-chimie du collège au lycée. L'une de ces ressources (Carlot et al., s. d.) porte justement sur les conceptions des élèves en mécanique et fournit une liste non exhaustive de conceptions d'élèves. Cette ressource nous a été d'une aide précieuse dans l'élaboration et la réalisation de ce travail.

## 2. Problématique

A partir de la constatation faite dans nos six classes d'une forte hétérogénéité, nous nous sommes orientés vers des façons possibles de la gérer. La différenciation de notre enseignement, attendue par l'institution, est une voie possible. Nous avons décidé d'étudier en particulier la différenciation par les registres sémiotiques. Afin de tenter de mesurer l'impact de l'utilisation de ces registres, nous nous sommes enfin penchés sur les conceptions des élèves. Pour des questions à la fois d'organisation temporelle et d'intérêt didactique, nous nous restreignons à une étude en séance de mécanique. L'état de l'art du cadre institutionnel et des recherches théoriques et scientifiques nous amène donc à la formalisation de notre question de recherche :

**Quels sont les effets de l'utilisation de différents registres sémiotiques sur les conceptions des élèves de seconde sur les forces mécaniques ?**

## 3. Hypothèses de travail

A partir des recherches bibliographiques, nous allons vérifier les hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : Les élèves de seconde ont des conceptions initiales erronées sur les forces mécaniques :
  - 1.a. La majorité des élèves de seconde, avant enseignement, ne savent pas réaliser un bilan des forces complet sur des systèmes mécaniques simples.
  - 1.b. Les élèves de seconde, avant enseignement, pensent qu'une force "persiste" sur un objet lorsqu'il vient d'être mis en mouvement. La force est alors dans le sens du mouvement de cet objet.
  - 1.c. Lors d'un mouvement, les élèves de seconde, avant enseignement, pensent que les intensités de force sont reliées à la vitesse de l'objet : plus un objet est rapide plus les forces sont importantes et inversement.
- Hypothèse 2 : La multiplication des registres sémiotiques utilisés lors de l'enseignement sur les forces mécaniques permet de réduire les conceptions erronées pour les élèves de seconde, juste après l'enseignement, comparé à un enseignement où la variété de registres sémiotiques utilisés est réduite.

### III. Etude

#### 1. Choix de la méthode

Nous sommes tous trois responsables chacun de deux classes de seconde, ce qui nous offre la possibilité de travailler avec un nombre de classes et d'élèves suffisamment élevé pour envisager une étude statistique des données grâce à une méthode expérimentale, assez représentative de la réalité des classes de seconde. La méthode utilisée consiste à soumettre les élèves à une variété de registres sémiotiques au cours d'une séance d'enseignement sur les forces mécaniques et à relever l'influence de cette variation sur les conceptions initiales des élèves.

#### 2. Méthodologie

##### Echantillon

L'étude se réalise sur six classes de seconde, réparties dans trois lycées différents. Le premier lycée étudié a plutôt des élèves de niveau plus élevé à l'entrée en classe de seconde que la moyenne nationale, issus de classes sociales plutôt aisées.

Le deuxième lycée d'étude a une population scolaire issue en majorité de classes ouvrières, avec un niveau d'entrée en seconde inférieur aux moyennes académique et nationale. Enfin le dernier lycée possède des origines sociales plus hétérogènes mais qui restent majoritairement ouvrières. Les élèves en entrée en classe de seconde ont un niveau plus bas que les moyennes académique et nationale. Les six classes présentent une forte hétérogénéité de niveau et de motivation.

Le tableau suivant récapitule le nombre d'élèves par classe dans chaque établissement et les dispositifs de différenciation déjà testés avec ces élèves. La variation des registres sémiotiques, même si elle a été utilisée en toile de fond, n'a jamais été au cœur des enseignements dans ces six classes.

<u>Lycée</u>	<u>Nb d'élèves par classe</u>	<u>Expériences de la différenciation</u>
1	35-35	En demi-groupe uniquement / Distribution d'aides écrites
2	31-31	Travail en groupes hétérogènes récurrent Collaboration intra-groupe et inter-groupe favorisée
3	33-34	Travail en groupes hétérogènes et homogènes / Aides écrites

### Représentativité de l'échantillon

L'échantillon représente donc un total de 199 élèves. Parmi les 6 classes étudiées, 4 classes sont des classes standards, sans option particulière. Une classe comporte 13 élèves qui suivent un parcours ESABAC et 21 élèves sans option particulière. Une dernière classe est particulièrement orientée vers des options littéraires avec, soit une option littérature et société, soit une option patrimoine.

### **Types de données**

La méthode utilisée est une méthode expérimentale qui permet, sur un échantillon d'élèves suffisamment large, de déterminer l'influence d'une multiplication des registres sémiotiques sur les conceptions initiales des élèves de seconde, sur le thème des forces mécaniques.

### **Relevé des conceptions initiales**

La démarche expérimentale commence par un relevé des conceptions initiales en amont de la séance d'enseignement. Ces conceptions initiales sont relevées alors que les élèves de seconde n'ont reçu aucun enseignement sur la mécanique et n'ont pas encore parlé de forces au cours de cette année scolaire.

### **Séance d'enseignement**

Suite à ce relevé, une séance d'enseignement est réalisée sur 1h10. Les groupes témoins ont une séance où les registres sémiotiques proposés sont peu variés et où les réponses attendues ne permettent pas non plus de varier la forme de trace écrite. Les groupes tests ont une séance où les registres sémiotiques proposés aux élèves sont nombreux et variés et où les réponses attendues permettent de varier les formes de traces écrites.

#### **➤ Construction de la séance différenciée**

La séance différenciée a été construite de façon à maximiser les registres sémiotiques présentés aux élèves, mais également les registres demandés dans les productions élèves. L'utilisation de chaque registre est répétée tout au long de l'activité. Vous trouverez l'activité différenciée complète en Annexe 1.

<u>Registres proposés aux élèves</u> ( <u>productions professeur</u> )	<u>Registres exploités dans la trace écrite</u> <u>élève</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Texte</li> <li>● Image explicative</li> <li>● Schéma</li> <li>● Diagramme</li> <li>● Vidéos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Texte</li> <li>● Schéma</li> <li>● Diagramme</li> </ul>

➤ **Construction de la séance témoin**

La séance témoin demande exactement les mêmes qualités des élèves mais ne varient pas les registres sémiotiques utilisés. Les concepts étudiés sont identiques, mais le registre majoritaire est le texte. L'activité témoin complète est en Annexe 2.

<u>Registres proposés aux élèves</u> ( <u>productions professeur</u> )	<u>Registres exploités dans la trace écrite</u> <u>élève</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Texte</li> <li>● Image d'illustration</li> <li>● Diagramme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Texte</li> <li>● Schéma (moins nombreux)</li> </ul>

**Relevé des conceptions modifiées ou non après enseignement**

Enfin, un dernier relevé, faisant directement suite à la séance d'enseignement, permet de comparer les évolutions des conceptions des élèves avec et sans multiplication des registres sémiotiques proposés et utilisés par les élèves.

**Recueil de données**

Les conceptions initiales des élèves de seconde sur les forces mécaniques sont recueillies à l'aide d'un questionnaire ouvert, s'inscrivant dans le thème de seconde traité par les trois enseignants : le sport. Le questionnaire permet de relever leurs souvenirs du collège et ainsi de dégager leurs conceptions initiales sur les forces mécaniques. Ce questionnaire permettra de vérifier notre première hypothèse : les élèves de seconde ont des conceptions initiales erronées sur les forces mécaniques.



Ce questionnaire est soumis à chaque élève anonymement. Un numéro leur est attribué de façon à pouvoir comparer l'influence de l'enseignement sur chaque élève. Les élèves ont 20 minutes pour compléter le questionnaire. Afin de mettre en confiance les élèves et de faciliter leur honnêteté dans les réponses, il leur est signifié que cette enquête ne sera pas notée, ni jugée par leur professeur.

➤ Construction du questionnaire :

A partir des recherches bibliographiques, nous avons déjà plusieurs idées des conceptions erronées des élèves que nous pourrions retrouver. Nous avons donc construit le questionnaire en fonction des conceptions initiales possibles que nous pourrions retrouver avec nos élèves de seconde. Afin d'être certains que la conception erronée est bien présente dans l'esprit de l'élève, chacune de ces conceptions est testée dans le questionnaire plusieurs fois, au travers de plusieurs questions et grâce à deux registres sémiotiques différents : texte et schéma.

Trois erreurs majeures ont donc été testées, correspondant aux hypothèses 1 :

- Erreur A : Les bilans de forces réalisés sont incomplets, notamment la réaction du support et les frottements sont presque toujours oubliés et le poids est plus représenté dans les situations de chute d'un objet.
- Erreur B : Une force persiste dans le sens du mouvement après rupture d'un contact avec un objet qui a permis une propulsion.
- Erreur C : L'intensité des forces est directement lié à la vitesse de l'objet : plus un objet va vite, plus les forces agissant sur l'objet ont une norme importante.

Le questionnaire est bâti autour de quatre questions, où toujours schéma et texte sont proposés, afin de laisser libre choix à l'élève pour exprimer ce qu'il pense réellement. Chaque question teste une ou plusieurs de ces erreurs :


- Question 1 : Erreurs B, C voire A (poids oublié vu qu'il s'agit d'un mouvement vers le haut)
- Question 2 : Erreurs A, B
- Question 3 : Erreurs A, B, C
- Question 4 : Erreurs A, B

### Exemple question 1 :

1) Pendant un service de tennis, le joueur lance sa balle en l'air avant de la frapper.

Décrire les forces (nom, direction, sens) qui s'exercent sur la balle quand la balle est à la position 1.

Comparer les forces au point 1 et au point 2.



The diagram shows a vertical line of ten yellow tennis balls. The bottom ball is labeled '1' and is being held by a hand. The top ball is labeled '2'. This represents the path of a ball being tossed upwards from a hand.

Nous attendions ici que les élèves parlent ou tracent une force vers le haut (persistance de l'action de la main sur la balle, même après rupture du contact = erreur B), qu'ils précisent que la force en 1 est plus forte qu'en 2 (plus la vitesse est grande, plus la force est grande = erreur C) et potentiellement que le poids soit oublié (la seule force présente serait celle persistante de la main pour aller dans le sens du mouvement = erreur A). Le questionnaire complet est disponible en Annexe 3.

L'influence de la multiplication des registres sémiotiques est relevée par la soumission de ce même questionnaire, une seconde fois, juste après enseignement. Cela permettra alors de vérifier notre deuxième hypothèse : la multiplication des registres sémiotiques proposés aux élèves et utilisés par ceux-ci permet de réduire davantage les conceptions erronées des élèves sur les forces mécaniques. Le temps imparti est identique : 20 minutes et les conditions de réponses similaires : anonyme avec numéro et signification de la non-influence de ce questionnaire sur leurs notes et appréciations.

## 3. Traitement des données

Afin d'analyser le questionnaire, chaque question est étudiée indépendamment et catégorisée en fonction des réponses dans un tableur.


### Grille d'analyse

La grille d'analyse a été construite pour analyser précisément chaque question et chaque conception derrière. Chaque conception initiale prévue par le cadre théorique est analysée sur plusieurs questions afin de vérifier que cette conception est réellement présente dans l'esprit de l'élève.

Nous détaillerons la construction de la grille d'analyse à partir de la question 2 de notre questionnaire. Les autres étapes de construction pour les autres questions sont réalisées de façon identique. La grille complète est disponible en Annexe 4.

### Question 2 du questionnaire :

2) Trois étapes de la frappe d'une balle de golf sont schématisées ci-dessous.  
A chaque étape, représenter les forces qui s'exercent sur la balle, si elles existent.



Expliquer :

### Construction de la grille :

Nous avons décomposé l'analyse par étape proposée dans la question. Pour chaque étape, nous avons détaillé les forces proposées par les élèves, ainsi que leurs caractéristiques (nom, direction, sens). Deux registres sémiotiques de réponse sont possibles et acceptés : texte ou schéma. Si l'élève ne fait que des schémas ou ne répond que par du texte, cela est aussi comptabilisé.

Ce relevé détaillé des réponses des élèves nous permet d'accéder au nombre d'élèves qui pensent que l'équilibre de la balle signifie qu'il n'y a aucune force qui s'exerce sur celle-ci (étape 1) et les élèves qui pensent qu'il existe une force dans le sens du mouvement lorsque la balle est lancée dans les airs (étape 3).

Afin de différencier l'absence de réponse et la réelle conception d'absence de force à l'équilibre, nous avons compter l'absence de force, seulement si l'élève a répondu quelque chose d'autre de pertinent, sous forme de texte ou de schéma, à cette question. Si le schéma n'est juste pas complété et qu'aucune indication n'est présente, nous comptabilisons cette réponse dans absence de réponse.

Si sur toute la question il n'y a pour seule réponse que quelque chose qui n'est pas en lien avec le sujet (par exemple "je ne sais pas", "la troisième est déjà loin"...), ceci est compté comme une "absence de réponse".

Enfin si une réponse de l'élève est trop ambiguë (ne rentre pas dans les catégories précédentes) nous comptabilisons cela comme une absence de réponse.

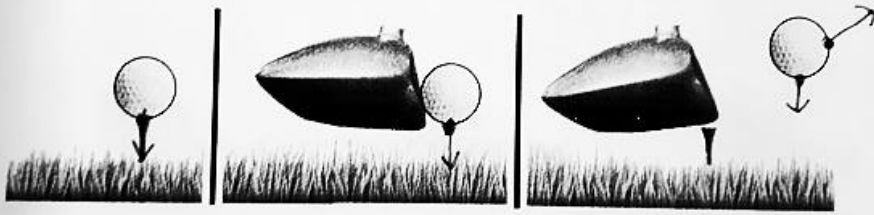
Grille correspondant à la question 2 :

Question 2	Etape 2	Etape 3
Réponse en mots	Poids/gravité	Poids/gravité
<b>Etape 1</b>	Nom	Nom
Poids/gravité	Direction	Direction
Présence/Nom	Sens	Sens
Direction	Réaction du support	Explication
Sens	Nom	Autre: Force dans le sens du mouvement
Réaction du support	Direction	Autre: il y a des forces
Nom	Sens	
Direction	Contact club	
Sens	Nom	
Explication: Importance du tee dans l'équilibre	Direction	
Autre : aucune force s'exerce (écrit)	Sens	
Autre : une force est donnée ("stockée")	Explication: Mise en mouvement par le club	
	Autre : Il y a des forces	

Exemple de lecture d'une copie pour la question 2 :

Réponse élève :

2) Trois étapes de la frappe d'une balle de golf sont schématisées ci-dessous.  
A chaque étape, représenter les forces qui s'exercent sur la balle, si elles existent.



Expliquer : Au début, la Terre l'attire, ensuite, lorsqu'elle est frappée, une autre force est exercée mais elle est toujours attirée par la Terre.

Grille obtenue :

Question 2	
Réponse en mots	c
Etape 1	
Poids/gravité	
Présence/Nom	c
Direction	c
Sens	c
Réaction du support	
Nom	p
Direction	p
Sens	p
Explication: Importance du tee dans l'équilibre	p
Autre : aucune force s'exerce (écrit)	p
Autre : une force est donnée ("stockée")	
Etape 2	
Poids/gravité	
Nom	c
Direction	c
Sens	c
Réaction du support	
Nom	p
Direction	p
Sens	p
Contact club	
Nom	p
Direction	p
Sens	p
Explication: Mise en mouvement par le club	p
Autre : Il y a des forces	p

Etape 3	
Poids/gravité	
Nom	c
Direction	c
Sens	c
Explication	
Autre: Force dans le sens du mouvement	i

Légende :

p = pas de réponse

c = réponse correcte

i = réponse présente mais incorrecte

Explication :

Sur la première étape, le schéma est complété par une force verticale vers le bas et le texte confirme qu'il s'agit de la représentation du poids. Par contre, il n'est pas mention de la réaction du support ni des conditions d'équilibre de la balle sur le tee de golf. La réponse est donc accompagnée d'un texte correct et le poids est correctement précisé (nom, direction et sens). Les autres items pour l'item 1 n'ont pas de réponse.

Pour la deuxième étape, à nouveau seul le poids est représenté et le texte ne permet pas d'identifier une nouvelle force. La grille est donc la même dans l'étape 2.

Enfin, pour la troisième étape, l'élève précise à nouveau correctement le poids, mais il ajoute une force dans le sens du mouvement, sans plus d'explication.

## Technique d'analyse

Une fois la grille complétée avec le détail pour chaque élève avant et après enseignement, les résultats, question par question, sont regroupés par catégories pouvant éclairer chacune de nos hypothèses.

Les données recueillies sont traitées et présentées sous forme de graphiques afin de représenter au mieux les relevés effectués et de vérifier les différentes hypothèses. Vous trouverez le détail de la grille de résultats obtenus en Annexe 5.

Ainsi pour chaque question, on regarde le nombre d'élèves ayant d'après nos indicateurs une conception juste ou une conception fautive parmi les différentes conceptions que l'on peut tester sur cette question.

## IV. Résultats

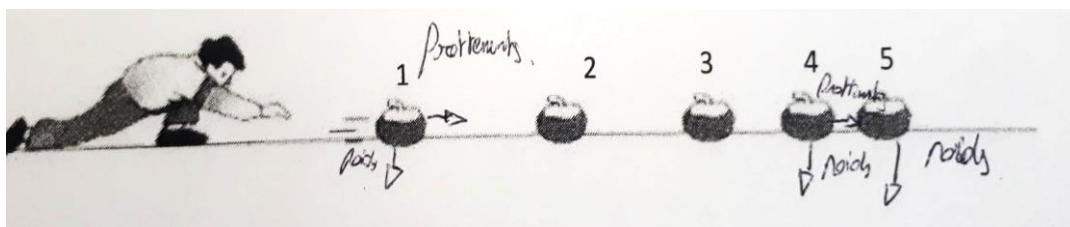
### 1. Présentation des résultats

Hypothèse 1.a.: La majorité des élèves de seconde, avant enseignement, ne savent pas réaliser un bilan des forces complet sur des systèmes mécaniques simples.

#### Résultat 1.a. :

Avant enseignement, entre 94,3 et 100% des élèves oublient la réaction du support, en fonction de la question, et 75% oublient les forces de frottements solides.

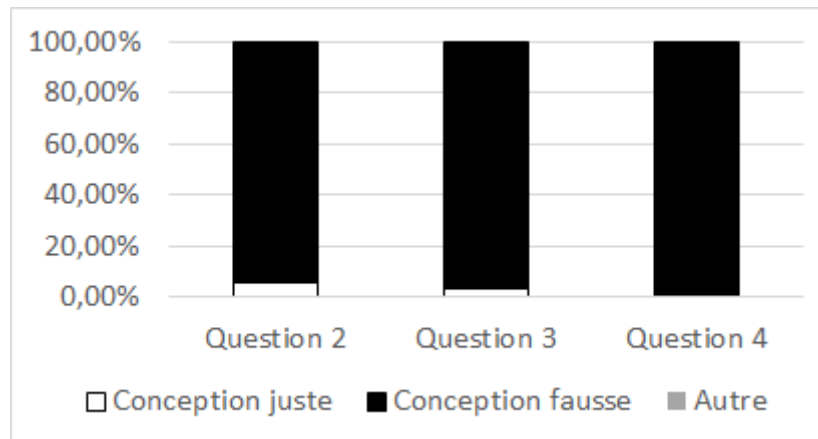
#### Réponse élève : Question 3 - Curling



Ici l'élève indique correctement le poids, mais se trompe de sens pour les frottements et omet totalement la réaction du support de la glace. Nous avons donc compté cette réponse comme une "conception fautive".

Sur chaque question, si l'élève omet ou rajoute des forces par rapport à la situation réelle, ou encore s'il se trompe dans le sens ou la direction d'une force, nous comptabilisons cette réponse comme "conception fautive". Un bilan de forces complet (nous n'avons pas pénalisé l'omission des actions de l'air) compte comme "conception juste".

Le graphique ci-dessous présente, avant enseignement, le pourcentage d'élèves qui oublie la réaction du support en fonction de la question.



Ce graphique montre les conceptions pour les questions 2,3 et 4 : en noir apparaît le pourcentage d'élèves qui ne savent pas réaliser un bilan des forces complet et omettent la réaction du support, en blanc le pourcentage d'élèves qui pensent à cette force et en gris les autres réponses.

Il y a, dans la question 2, seulement 5,7% d'élèves qui pensent à la réaction du support (sous forme de schéma ou en mots). Pour la question 3, ce pourcentage baisse à 3,4% et pour la question 4 aucun élève ne pense à cette force.

Une large majorité des élèves (entre 94,3 et 100%) est donc incapable de réaliser un bilan des forces complet sur des situations physiques diverses. La réaction du support est une force connue des élèves mais ceux-ci ne sont plus capables, un an après enseignement de se souvenir de son existence.

Pour les frottements, seuls 11% des élèves justifient le ralentissement de la pierre de curling par la présence de frottements et seule une minorité d'entre eux trace correctement la force associée. 14% des réponses ne sont pas claires mais 75% des réponses montrent un oubli de cette force de frottements.

Ce premier résultat souligne la difficulté des élèves à réinvestir des choses vues un an auparavant. Une progression spiralaire sur le domaine de la mécanique apparaît ainsi recommandable mais c'est là un vaste sujet, qui mérite une étude approfondie. Les taux très bas de "bon bilan des forces" s'interprètent relativement aisément : les situations proposées aux élèves dans le questionnaire peuvent être très différentes de celles vues au collège. Il est donc très difficile pour les élèves de représenter

correctement la réaction du support et les frottements lorsque les objets sont au sol, même si le lien entre force et mouvement a été abordé.

Une large majorité des élèves ne réalisent donc pas un bilan de forces complet et correct avant enseignement : notre hypothèse 1.a. est donc validée.

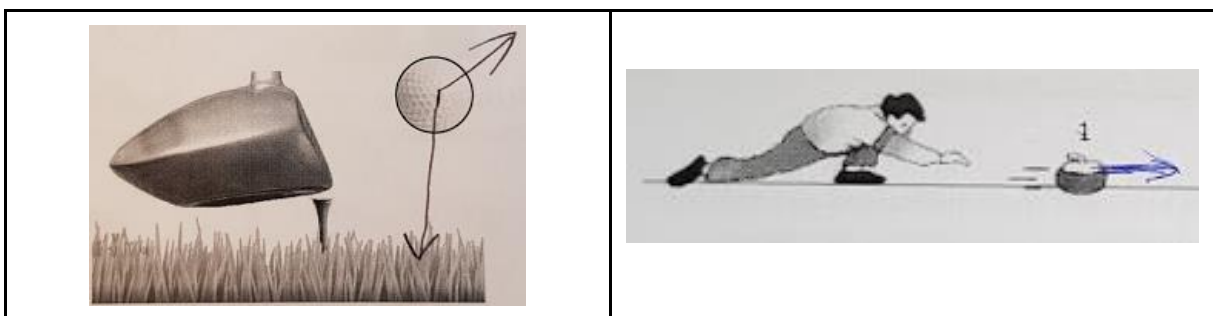
Hypothèse 1.b.: Les élèves de seconde, avant enseignement, pensent qu'une force "persiste" sur un objet lorsqu'il vient d'être mis en mouvement. La force est alors dans le sens du mouvement de cet objet.

Résultat 1.b.:

Avant enseignement, 65 % des élèves de secondes ont tendance à mettre une force dans le sens du mouvement.

Nous comptabilisons cette conception comme "fausse" lorsqu'apparaît dans la réponse de l'élève les expressions de "force qui pousse l'objet", "force de la main", "force musculaire"... alors que l'objet n'est clairement pas en contact direct avec la main, le bras... Pour les réponses schématiques, nous comptabilisons cette conception "fausse" dès que les élèves tracent des flèches dans le sens du mouvement alors qu'il n'y a aucune force motrice (exemples de la pierre sur la glace ou de la balle de golf qui est en l'air).

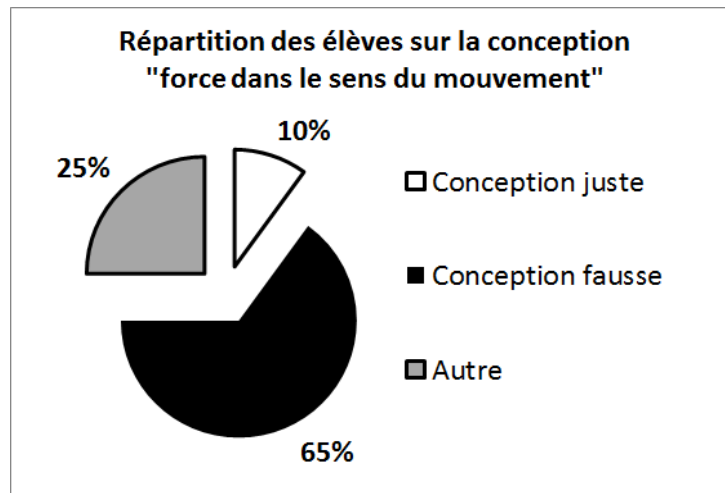
Réponses élève : Question 2, étape 3 et question 3



*Question 3 :* "la force qu'exerce cet homme sur la pierre est plus élevée au début et plus la pierre va loin plus sa vitesse diminuera car la force est de moins en moins présente" (*sic*).

Le graphe suivant représente la répartition des élèves sur la conception "force dans le sens du mouvement".





En noir est représenté le pourcentage d'élèves qui invoquent une force dans le sens du mouvement, que ce soit sous forme de schéma ou sous forme de texte. En blanc, ceux qui ont répondu quelque chose de pertinent et qui n'ont pas mis de force dans le sens du mouvement. Enfin en gris est représenté la catégorie "autre", où toutes les réponses ambiguës ou trop incomplètes sont classées.

Nos résultats montrent que, avant enseignement, et sur les questions où cette conception est testée (l'ensemble des questions) 65 % des élèves qui répondent à ces questions attribuent une force motrice, dans la direction du mouvement, lorsqu'un objet se meut. 10 % des élèves ont une conception "juste" (les 25 % restant sont classés comme "autres", c'est à dire que les informations disponibles ne sont pas suffisantes pour trancher) Sans surprise, un très grand nombre d'élèves justifie ou explique le mouvement en faisant intervenir une force fictive dans le sens de celui-ci. Cette conception historiquement présente dès le Moyen-Âge (théorie de l'*impetus*) est incroyablement résistante aux enseignements divers et variés. Elle reste ancrée dans les esprits, même pour des étudiants en licence scientifique (voir partie Discussion).

Hypothèse 1.c.: Lors d'un mouvement, les élèves de seconde, avant enseignement, pensent que les intensités de force sont reliées à la vitesse de l'objet : plus un objet est rapide plus les forces sont importantes et inversement.

Résultat 1.c. :

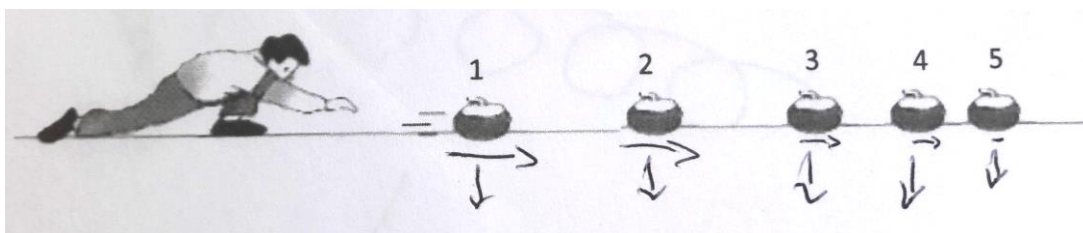
Environ 50 % des élèves pensent que la force qui s'applique sur un objet en mouvement est proportionnelle à sa vitesse.

Nous comptabilisons cette conception comme “fausse” dès lors que figurent sur les schémas des élèves des flèches dont la longueur diminue quand l’objet ralenti. Sous forme de texte, cette conception apparaît “fausse” quand les élèves font explicitement mention de “force plus faible”, “force plus forte”, “force qui diminue”... La comparaison peut également être faite avec des signes (>/</=) comme dans l’exemple ci-dessous. La catégorie “conception juste” a ici peu de sens puisqu’elle ne prend en compte que les élèves qui mentionnent explicitement que “les forces ont la même intensité” : sous forme de schéma c’est beaucoup plus délicat de trancher entre juste et fausse. Dans ce cas les réponses sont classées dans la catégorie “autre”.

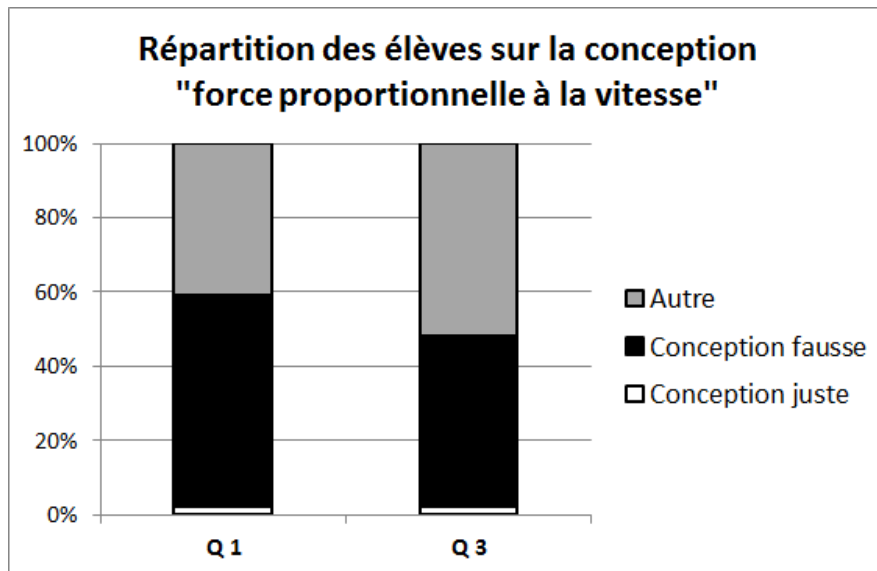
Réponses élève : Question 1 - Comparer les forces sur une balle de tennis lancée

<p>Comparer les forces au point 1 et au point 2.</p> <p>Force 1 &gt; force 2: car au point 2 elle se ralentit</p>	<p>Comparer les forces au point 1 et au point 2.</p> <p>point 1: la force est plus forte point 2: la force est plus faible</p>
---	--

Réponses élève : Question 3 - Représenter les forces le long de la trajectoire de la pierre de curling



Sur le graphique suivant, nous représentons le nombre d’élèves qui ont une conception erronée sur la comparaison des intensités des forces.



En noir est représenté le nombre d'élèves (57% - 46%) qui laissent penser que l'intensité de la force est liée à la vitesse d'un objet. En blanc, ceux qui ont une conception juste (2% - 2%). En gris, ceux qui ont répondu aux questions sans que l'on puisse trancher entre les catégories (41% - 63%).

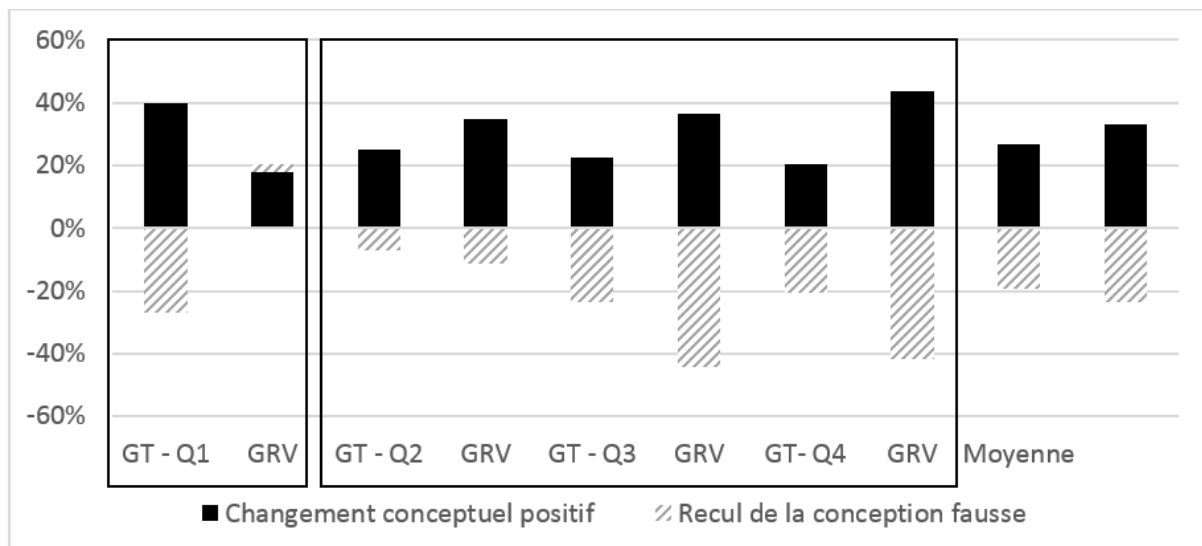
Nos résultats montrent qu'environ 50% des élèves répondant aux questions 1 et 3 pensent qu'un objet en mouvement est soumis à une force "motrice" qui va s'épuiser à mesure que l'objet ralentit.

Cette conception est souvent liée à la précédente (force dans la direction du mouvement) et s'explique en partie de la même façon. Pour l'élève, ce qui fait avancer un objet c'est une force, qu'il possède, et qui va s'épuiser petit à petit expliquant le ralentissement de cet objet. Une piste d'interprétation et de remédiation possible réside peut-être dans la prise en compte, le plus tôt possible, des forces de frottement. C'est extrêmement difficile de contrer cette conception puisque même en débutant les cours de mécanique, les élèves sont très rarement confrontés aux "frottements", alors même que ceux-ci sont omniprésents dans notre vie quotidienne. Ainsi l'explication du ralentissement n'est pas cherchée du côté d'une interaction mais bel et bien du côté des propriétés de l'objet lui-même. Il serait aussi intéressant de chercher à savoir si il n'y a pas confusion pour les élèves entre forces **exercées sur** un objet et forces qu'un objet **exercent**.

Hypothèse 2 : La multiplication des registres sémiotiques utilisés lors de l'enseignement sur les forces mécaniques permet de réduire les conceptions erronées pour les élèves de seconde, juste après l'enseignement, comparé à un enseignement où la variété de registres sémiotiques utilisés est réduite.

Résultats 2:

Nos résultats montrent qu'en moyenne, les élèves qui ont suivi l'enseignement avec variations de registres ont plus progressés que les élèves qui ont suivi l'enseignement centré sur le registre du texte. En moyennant le taux de bonnes réponses sur les différentes conceptions testées, on observe que les élèves des deux groupes ont été presque aussi performants ( $\frac{1}{3}$  de bonnes réponses), alors que la séance témoin a été donnée aux meilleurs élèves, qui totalisent près de deux fois plus de bonnes réponses lors du premier questionnaire. Cela représente une augmentation de 24,6% de conceptions justes pour les élèves ayant employés différents registres, contre 19% d'augmentation pour les élèves ayant participé à la séance témoin.



Comparaison de l'évolution des réponses des élèves sur la présence du poids lors d'un mouvement hors chute vers le bas. Sur chaque question (Q1 à Q4), l'augmentation du taux de réponse juste et le recul du taux de réponses fausses sont indiqués pour les groupes témoin (GT) ayant principalement eu recours aux registres écrits lors de la séance et les groupes ayant rencontré des registres sémiotiques plus variés (GRV).

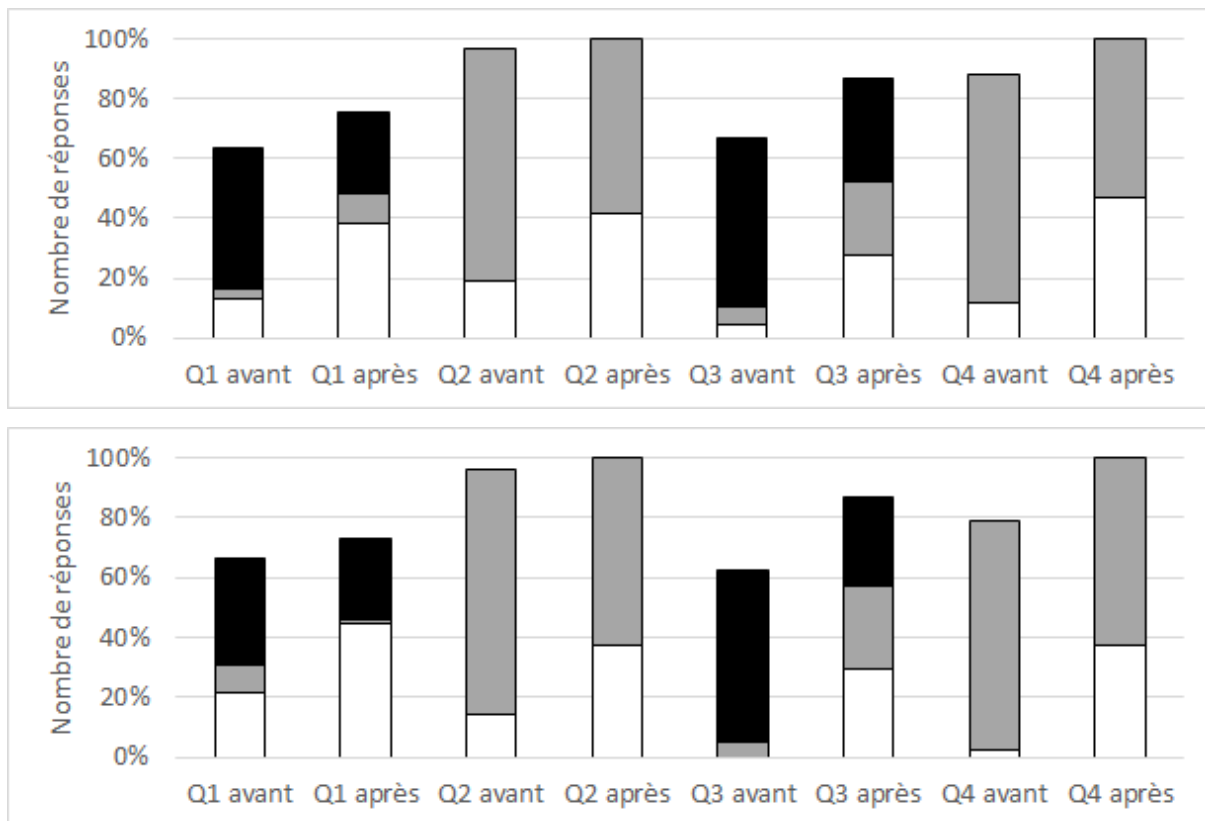
Ces résultats sont cohérents avec les objectifs de la séance, qui étaient différents pour chaque groupe. Les élèves des groupes témoin devaient réaliser des bilans de forces sous forme de liste et décrire les forces. Ils ont plus travaillé cet aspect et se sont trouvés plus à l'aise pour répondre à la question 1. Au contraire, les élèves ayant suivi l'activité utilisant différents registres sémiotiques ont tracé ces forces, et analysés des schémas. Sur ce cas particulier, le fait d'avoir tracé et vu tracer des forces vers le bas pour le poids dans chacune des situations de l'activité, semble avoir permis à un grand nombre d'élèves de ces groupes de penser plus régulièrement à faire figurer le poids d'un objet en mouvement.

Lorsque l'on s'intéresse à la présence du poids d'un objet en mouvement, on remarque ainsi que sur les questions 2, 3 et 4, le taux de réponses justes (présence du poids) augmente et celui de réponses fausses recule.

Il est intéressant de noter qu'à la question 1 (réponse attendue sous forme de texte) le taux de réponses mentionnant la présence du poids dans la phase ascendante de la balle augmente de 40% pour les élèves des groupes témoin alors qu'elle n'est que de 18% pour les élèves des groupes pour lequel nous avons travaillé plutôt avec des schémas. Le taux de réponses fausses a même augmenté, c'est-à-dire que le nombre d'élèves s'étant améliorés ne compensent pas les nouvelles réponses fausses d'élèves qui n'avaient pas répondu au premier questionnaire.

Cependant si beaucoup d'élèves ont intégré comme automatisme de représenter le poids de l'objet, ils sont encore en difficulté pour réaliser un bilan des forces complets. Le taux de réponses intégrant la réaction du support a ainsi beaucoup augmenté (de 3% environ à 26% environ des réponses) mais reste faible. D'ailleurs la plus grande augmentation (de 0 à 34%) correspond à la question 4, c'est-à-dire une situation très similaire à l'exemple de la trapéziste traitée lors de la séance. La difficulté des élèves à appliquer cette conception juste à d'autres situations s'interprète relativement aisément : dans l'activité que nous avons proposé aux élèves, nous n'avons pas étudié d'objets posés au sol ni soumis à des frottements solides. D'autres séances sont indispensables pour leur faire comprendre l'importance d'une réaction du support.

Enfin, nous n’observons pas de différences importante entre les groupes sur l’évolution de la conception initiale “force dans le sens du mouvement”.



Evolution des réponses des élèves au sein des élèves du groupe témoin (en haut) et les élèves ayant exploité des registres sémiotiques variés (en bas). Pour chaque question (Q1 à Q4), on trouve le nombre de réponses justes (blanc), le nombre d’élèves faisant figurer une force dans le sens du mouvement (gris et noir) dont l’intensité varie avec la vitesse (noir). Les réponses non exploitables ne sont pas représentées.

Après enseignement, 50 % environ des élèves persistent à expliquer le mouvement par la présence d’une “force cinétique”, quel que soit le groupe. Notons cependant l’évolution importante de la conception “juste” (comptabilisée lorsque l’élève répond quelque chose de pertinent à la question et ne mets pas de force dans le sens du mouvement, ou n’y fait pas explicitement référence dans une réponse en texte) : avant enseignement, 10 % des élèves ont une conception “juste” (les 25 % restant sont classés comme “autres”, c’est à dire que les informations disponibles ne sont pas suffisantes pour trancher). Après enseignement, 38 % des élèves ont une conception

“juste”. Dans notre cas on constate une diminution du nombre d’élèves qui possède cette fausse conception suite à notre enseignement mais ce nombre reste supérieur au nombre d’élèves qui a la conception “juste”. L’étude du principe d’inertie lors d’une séance ultérieure aura donc pour but d’affronter plus frontalement cette fausse conception. Notons enfin que cette conception est toujours présente même dans l’enseignement supérieur. L’explication la plus probable d’une telle prégnance réside sûrement dans le sens donné au mot “force” dans la vie courante. Un travail poussé avec les élèves pour bien distinguer ce qui relève du monde de la “vie courante” et du monde de la “physique” pourrait être sur ce point bénéfique.

## 2. Discussion

### **Conceptions initiales décelées**

Nous avons retrouvé les conceptions initiales prévues par la littérature chez nos élèves de seconde :

- Ils oublient des forces lorsqu’ils réalisent un bilan de forces, notamment la réaction du support (entre 94 et 100% d’oublis en fonction des questions)
- Ils pensent qu’une force persiste dans le sens du mouvement, après rupture du contact avec un objet propulseur (65% d’erreur)
- Ils pensent que l’intensité d’une force est proportionnelle à la vitesse du système étudié : plus la vitesse est grande, plus grande sera la norme de la force (entre 46 et 57% d’erreur)

Ces erreurs, repérées et soulignées par de nombreux travaux, persistent bien au-delà du lycée. Même dans des filières scientifiques, des études (Parmentier & Lamine, 2015) montrent que ces conceptions se retrouvent jusqu’à des niveaux licence.

### **Progression générale des élèves**

Nous avons constaté une évolution très positive des réponses après enseignement. Avant enseignement, le nombre de réponses pertinentes proposées par question varie entre 88 et 119 (il y a des variations selon les questions). Après enseignement, ce nombre varie entre 122 et 144. L’interprétation la plus simple de cette augmentation est le fait que pour beaucoup d’élèves “la troisième est déjà loin” (trouvé dans une copie du premier test) et que faire appel à des notions qu’ils n’ont pas retravaillées en classe depuis près d’un an est extrêmement compliqué pour eux. Il conviendrait

d'analyser plus finement cette complexité : est-ce dû à une peur de répondre quelque chose de faux malgré des souvenirs qui persistent ? une absence pure et simple de souvenirs ? des questions de formes trop éloignées de ce qu'ils ont vu au collège même si les notions abordées sont les mêmes ? Cette augmentation peut donc aussi s'interpréter comme un gain, pour les élèves, de confiance en eux face à ce concept de force.

Sans regarder l'influence du type d'enseignement, une large majorité des élèves a réduit significativement ses erreurs après la séance d'enseignement :

- Erreur A : Avant enseignement, 3% des élèves pensaient à la réaction du support à chaque fois, contre 26% après enseignement. Le poids d'un objet à l'équilibre, que 58% des élèves oubliaient avant la séance, est présent systématiquement pour 54% des élèves après la séance, 14% la représentant sur au moins une situation d'équilibre. Pour les frottements, l'évolution est vraiment moins significative, car moins traitée lors de l'activité (aucun frottement solide n'était explicité au cours de l'activité) : on passe de 11% à 13%. Environ 28% des élèves pensaient à indiquer le poids lors des mouvements autre que la chute vers le bas, 58% après la séance.  
Les élèves sont donc beaucoup plus à même de réaliser un bilan de forces plus complet, même s'il reste des imperfections.
- Erreur B : Avant enseignement, 65% des élèves pensaient qu'il existait une force qui persistait dans les sens du mouvement, même après rupture de contact. Après enseignement, on tombe à 52%.
- Erreur C : Avant enseignement, environ 50% des élèves relie la norme des forces avec la vitesse de l'objet, après enseignement 30% conservent cette conception.

### **Proposer plusieurs modes de réponses ?**

Il est intéressant de noter que chez certains élèves, les réponses ou explications sous forme de texte et les réponses sous formes de schéma sont parfois contradictoires. Cela rejoint ce que Givry et Andreucci (2015) avaient souligné : les performances des élèves peuvent varier suivant le registre sémiotique demandé et utilisé. C'est un aspect important qu'il conviendrait d'analyser plus finement en demandant aux élèves de répondre exactement aux mêmes questions dans un registre et dans un autre (ce qui n'est pas le cas de nos questionnaires).



## **Influence des registres sémiotiques sur les conceptions**

Nos résultats semblent indiquer une amélioration légèrement plus importante du nombre de “conceptions justes” pour les élèves qui ont suivi la séance d’enseignement avec variation de registres sémiotiques. Ce résultat est à prendre très prudemment pour plusieurs raisons. D’abord il n’est pas valable pour toutes les questions du questionnaire. Ensuite, il ne prend pas en compte l’hétérogénéité des groupes auxquels nous avons fait suivre les séances avec registres variés et sans : même si nous avons regardé l’évolution d’un groupe, il serait illusoire de penser que cela est suffisant. Il y a au moins une hétérogénéité dans les rythmes d’apprentissage qui va faire la différence puisque nous n’avons mesuré l’impact que d’une seule séance. Enfin, si il y a une différence entre les groupes après enseignement, il est difficile de lier cela directement à la variation des registres sémiotiques sans faire une étude fine, en particulier sur les concepts reconnus comme difficiles. C’est aussi la conclusion de Tiberghien et Malkoun (2007) : il faut être très prudent et analyser beaucoup plus finement l’impact que peut avoir cette variation pour être à même de conclure quant à son efficacité.

### **3. Limites de l’étude**

#### **Répliquabilité**

Nous n’avons pas eu suffisamment de temps pour tester la répliquabilité totale de notre étude. Dû à des questionnaires ouverts, représentant ainsi de nombreuses catégories, l’analyse de chaque copie est extrêmement chronophage et l’analyse de toutes nos copies, sur nos six classes, de façon dédoublée a été impossible. Si le temps disponible était plus important, il aurait été possible de fournir une analyse de répliquabilité précise.

#### **Durée de l’étude**

De la même façon, le temps d’étude disponible n’a permis de réaliser uniquement qu’une séance différenciée permettant la variation des registres sémiotiques. Il aurait été important de voir l’influence à long terme de la confrontation à de nombreux registres sémiotiques, au travers de plusieurs séances, et au travers même de divers concepts. En particulier, la conception fautive qui pousse les élèves à mettre une force dans le sens du mouvement, souvent proportionnelle à la vitesse de l’objet en

mouvement pourrait être battu en brèche par une séance sur le principe d'inertie, ce qui est prévu dans nos progressions.

### Concept étudié

Les résultats de cette étude ne sont valables que pour le concept de force et ne sont pas transposables aux autres concepts. Il est fort probable que le registre sémiotique le plus efficace pour la progression de élèves dépende du concept étudié. Chaque concept demande des représentations différentes et certains registres sémiotiques peuvent ainsi être plus adaptés pour un concept précis.

### Influence à long terme

Enfin, à nouveau par manque de temps, les relevés d'évolution des élèves ont été réalisés à la suite de l'enseignement, mais nous n'avons aucune information des conceptions persistantes dans les esprits des élèves à long terme. Notons à ce propos que nous avons fait passer le questionnaire à des personnes qui étaient avec nous au lycée en filière "Scientifique" et beaucoup de fausses conceptions persistent encore - ou sont revenues. Il est aussi important de savoir si l'enseignement réalisé a un impact ponctuel ou un impact persistant dans les conceptions des élèves.

## V. Conclusion

### 1. Conclusion

L'hétérogénéité des classes est un requis institutionnel dans toutes les classes de lycée en France. Chaque classe est construite pour encourager les échanges entre divers milieux sociaux, différents niveaux d'apprentissage et différentes facilités d'apprentissage. Une difficulté majeure du professeur est de gérer cette hétérogénéité dans ses classes afin d'aider chaque élève à son propre niveau pour que chacun puisse progresser au cours de son année scolaire. Un outil primordial dans cette gestion d'hétérogénéité est la différenciation. Il ne s'agit pas d'individualiser son enseignement, mais de permettre à chaque élève de se créer son propre chemin d'apprentissage en proposant plusieurs voies possibles à chacun. Une possibilité de différenciation est la multiplication des registres sémiotiques. En proposant aux élèves des activités où divers supports sont proposés (textes, schémas, diagrammes, images, vidéos, animations...) mais aussi où plusieurs formes de réponses sont possibles (texte, schéma, diagramme...), les recherches montrent que les élèves arrivent mieux à trouver un chemin de connaissance et à progresser. Nous avons

voulu tester si la multiplication des registres sémiotiques au cours d'une activité de mécanique permettait à des élèves de seconde de faire évoluer leurs conceptions initiales erronées sur les forces mécaniques. Un premier relevé nous permet de retrouver trois conceptions initiales erronées trouvées en littérature : des forces sont oubliées lors d'un bilan de forces sur des systèmes simples (notamment la réaction du support entre 94% et 100% d'oubli) ; une force est persistante dans le sens du mouvement après rupture du contact (65% d'erreur) ; la norme d'une force est proportionnelle à la vitesse du système étudié (50% d'erreur en moyenne). Enfin, sur l'influence des registres sémiotiques sur les conceptions des élèves, nos résultats indiquent une augmentation d'environ 25% des conceptions justes pour les élèves ayant suivi une séance avec multiplication des registres contre 20% pour les élèves qui ont suivi une séance centrée sur le registre du texte. Même si elle est présente, cette différence n'est pas des plus significatives étant donnée les limites importantes de notre étude. Il serait intéressant de mener ce genre d'étude sur des temps longs (des séquences complètes) et de renouveler le test après enseignement, pour évaluer si la modification des conceptions initiales a été ponctuelle ou s'installe durablement dans l'esprit des élèves.

## 2. Perspectives

Il serait intéressant de poursuivre cette étude en recueillant à nouveau leurs conceptions après un certain temps. Soumettre à nouveau le questionnaire un mois après enseignement permettrait de voir l'influence de la séance différenciée et de la variation des registres sémiotiques à long terme. La bibliographie montre que même dans l'enseignement supérieur de nombreuses conceptions erronées sur les forces mécaniques subsistent chez les élèves et chasser ces conceptions semble un défi intéressant pour les professeurs. Tenter de modifier durablement les conceptions sur les forces, dès l'entrée au lycée, serait donc intéressant à poursuivre.

Plus largement, nous pensons tous les trois que la variation des registres sémiotiques dans notre enseignement est primordiale pour pallier l'hétérogénéité de niveaux dans nos classes. S'il est impossible, et peu souhaitable, d'individualiser notre enseignement, différencier celui-ci pour permettre à chacun de trouver un moyen de progresser au cours d'une séance était un enjeu majeur de notre mémoire. Nous investirons à nouveau les résultats de notre étude dans nos enseignements futurs et

espérons que multiplier les registres sémiotiques permettra à chaque élève de créer son propre chemin de connaissance. Il sera également possible, en fonction des concepts étudiés, de déterminer les registres sémiotiques les plus efficaces. Nous chercherons également à utiliser d'autres outils de différenciation pour agrémenter notre enseignement et gérer au mieux les différentes hétérogénéités dans nos classes pour permettre à chacun de progresser.

# Bibliographie

<https://doi.org/10.3917/dbu.verha.2004.01>

Brandan, S. (2015). *Les techniques de différenciation au service de l'hétérogénéité des élèves du primaire.*

Capo Di Ferro de Montarsolo, A., & Roux, E. (2013). *Comment faire évoluer les conceptions des élèves? Les températures de changement d'état de l'eau au cycle 3* (Mémoire professionnel). IUFM Grenoble.

Carlot, F., Lucas-Fradin, L., Miguet, A.-M., Perrey, S., Rochet, P., Rondepierre, T., ... Vince, J. (s. d.). Ressource 2: Les conceptions classiques en mécanique. Consulté 7 mai 2019, à l'adresse Pegase website: [http://pegase.ens-lyon.fr/activite.php?rubrique=2&id\\_theme=23&id\\_activite=583](http://pegase.ens-lyon.fr/activite.php?rubrique=2&id_theme=23&id_activite=583)

Cnesco. (2017). *Différenciation pédagogique : comment adapter l'enseignement à la réussite de tous les élèves ?* [Dossier de synthèse]. Consulté à l'adresse <http://www.cnesco.fr/fr/differentiation-pedagogique/>

David, D. (2006). *Comment gérer l'hétérogénéité des élèves? (Classes à plusieurs niveaux et multi-cours)* (Mémoire de Master). IUFM de Bourgogne.

EDUSCOL. (2016, mars). *Ressources transversales - Mathématiques cycle 4: La différenciation pédagogique.* Consulté à l'adresse [http://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources\\_transversales/93/4/RA16\\_C4\\_MATH\\_ladifferentiation\\_pedagogique\\_547934.pdf](http://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/4/RA16_C4_MATH_ladifferentiation_pedagogique_547934.pdf)

Givry, D., & Andreucci, C. (2015). Un schéma vaut-il mieux qu'un long discours ? Effets de l'utilisation de deux types de registres sémiotiques sur la mobilisation des idées des élèves de seconde lors d'une évaluation sur les propriétés des gaz. *Education & didactique*, 9(1), 119- 141. Consulté à l'adresse Cairn.info.

- Gratian, A., Portaneri, C., & Cottier, P. (2016). *Changement conceptuel et travail en groupe* (Mémoire Master). Aix-Marseille Université.
- Meirieu, P. (2017). *Pédagogie: des lieux communs aux concepts clés*. Paris: ESF.
- M.E.N. (2010). *Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de seconde générale et technologique* (Bulletin Officiel du 29.04.2010 N° 4). Consulté à l'adresse <http://www.education.gouv.fr/cid51321/mene1007262a.html>
- M.E.N. (2013). *Référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation* (Bulletin Officiel N° 30). Consulté à l'adresse [http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin\\_officiel.html?pid\\_bo=29743](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?pid_bo=29743)
- Parmentier, J. F., & Lamine, B. (2015, août 24). *Que comprennent nos étudiants de la mécanique Newtonienne?* 11. Lyon.
- Scott, P. H., Asoko, H. M., & Driver, R. H. (1991). L'enseignement pour un changement conceptuel: une revue des stratégies. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Éd.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop.* Kiel.
- Tiberghien, A., & Malkoun, L. (2007). Différenciation des pratiques d'enseignement et acquisitions des élèves du point de vue du savoir. *Education & didactique*, Vol. 1(1), 29- 54.
- Tiberghien, A., & Vince, J. (2004). Études de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. *Pluralité des langues et des supports: Descriptions et considérations pédagogiques*. Présenté à Séminaire didactique, Lyon.
- Tomlinson, C. A., & Strickland, C. A. (2005). A Brief Primer on Differentiation. In *Differentiation in practice: a resource guide for differentiating curriculum*,

*grades 9-12* (p. 6). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Verhaeghe, J.-C., Wolfs, J.-L., & Compère, X. S. et D. (2004). *Pratiquer l'épistémologie*. <https://doi.org/10.3917/dbu.verha.2004.01>

# Annexes

## Sommaire des annexes :

- Annexe 1 : Activité construite pour la séance différenciée (multiplication des registres sémiotiques)
- Annexe 2 : Activité construite pour la séance témoin (registre sémiotique du texte majoritaire)
- Annexe 3 : Questionnaire permettant de recueillir les conceptions des élèves
- Annexe 4 : Grille d'analyse détaillée pour chaque questionnaire relevé
- Annexe 5 : Analyse des données



# Annexe 1 : Activité construite pour la séance différenciée (multiplication des registres sémiotiques)

## Activité n°1 – Haute Voltige

Pour nous faire rire et nous surprendre, les artistes du cirque repoussent les limites du quotidien : les contorsionnistes font prendre à leur corps des positions improbables tandis que les voltigeurs évoluent à plusieurs mètres du sol. Ces spectacles doivent être répétés souvent car aucun mouvement n'est laissé au hasard !

**Question** : Comment peut-on expliquer ces mouvements grâce à la physique ?

### Complément scientifique 1 : Action mécanique

En physique, lorsqu'un objet (acteur) agit sur un autre objet (receveur), cette action est appelée **action mécanique**.

Il existe deux types d'actions mécaniques :

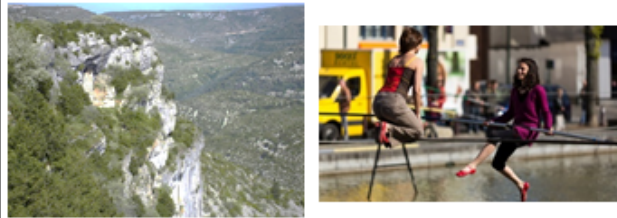
- des **actions mécaniques de contact** comme les frottements, le contact d'une raquette sur une balle, etc.

- des **actions mécaniques à distance** comme l'attraction gravitationnelle, les forces magnétiques.

### Document 1 : Funambules

En 2017, Pablo Signoret et Nathan Paulin ont traversé le cirque de Navacelles sur une **highline** tendue à plus de 300 mètres au-dessus du sol.

<https://www.youtube.com/watch?v=wxID0NCtzgk>



### Complément scientifique 2 : Modélisation par une force

On modélise la plupart des actions mécaniques par des forces. Une force est représentée par un **vecteur**, dont on doit préciser :

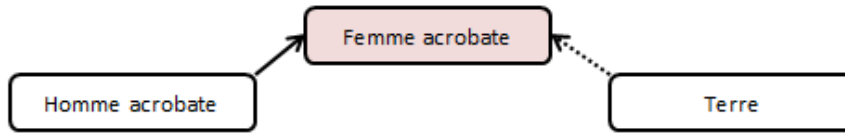
- Le **point d'application** est le point du receveur concerné par l'action mécanique.
- La **direction** correspond à la droite support de cette action mécanique (horizontale, verticale, autre)
- Le **sens** précise par une flèche le sens de parcours de cette droite (vers la gauche, vers la droite, vers le haut, vers le bas...)
- La **norme** correspond à l'intensité de la force, il s'agit d'une valeur exprimée en Newton (N)

Par exemple, on a représenté sur l'image de gauche les forces qui s'exercent sur la femme acrobate

## Questions :

Les diagrammes objets-action sont des outils que vous pouvez utiliser pour compter les différentes actions qui s'exercent sur un objet. Voici celui correspondant à l'image des acrobates.

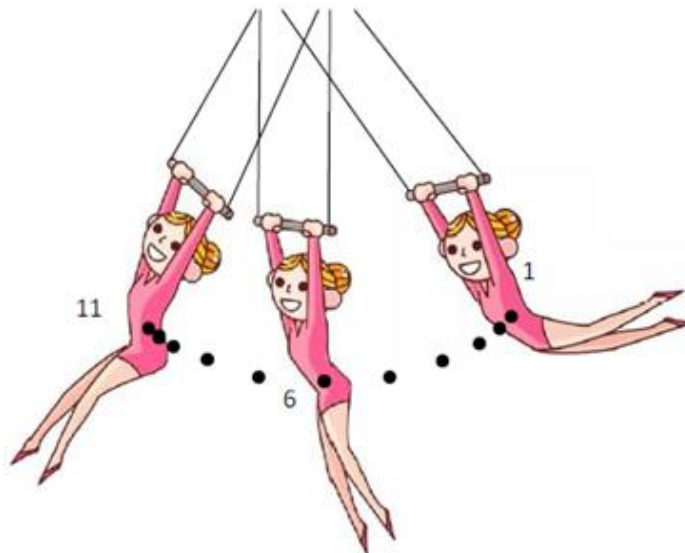
1. Expliquer comment sont construits ces diagrammes.



2. Réaliser le diagramme objet-action d'un des funambules de la vidéo du document 1.
3. Faire un schéma d'un funambule et ajouter les forces qui modélisent les actions trouvées à la question précédente, sans souci d'échelle.
4. L'acrobate de l'image étudiée précédemment (CS 2) est en équilibre. Que remarque-t-on sur les forces ?
5. Que faut-il en termes de forces pour que le funambule reste en équilibre ?
6. En réalisant un bilan des forces comme précédemment, expliquer le fonctionnement des simulateurs de chute libre comme celui de la vidéo montrée par le professeur.



7. Décrire le mouvement de la trapéziste, en termes d'accélération, sur le schéma ci-dessous aux instants 1 à 6 puis 6 à 11.



8. Réaliser un bilan des forces qui s'exercent sur la trapéziste.
9. Représenter les forces sur le schéma sur les trois positions dessinées.
10. **Que pouvez-vous en conclure sur le lien entre les forces et le mouvement ?**
11. Que se passe-t-il lorsque la trapéziste lâche le trapèze ? Pour répondre, réaliser un diagramme objet-action et utiliser la question 10.

## Annexe 2 : Activité construite pour la séance témoin (registre sémiotique du texte majoritaire)

### Activité n°1 : Haute Voltige

Pour nous faire rire et nous surprendre, les artistes du cirque repoussent les limites du quotidien : les contorsionnistes font prendre à leur corps des positions improbables tandis que les voltigeurs évoluent à plusieurs mètres du sol. Ces spectacles doivent être répétés souvent car aucun mouvement n'est laissé au hasard !

Question : Comment peut-on étudier et expliquer ces mouvements grâce à la physique ?

#### Complément scientifique 1 : Action mécanique

En physique, lorsqu'un objet (acteur) agit sur un autre objet (receveur), cette action est appelée action mécanique.

Il existe deux types d'actions mécaniques :

- des **actions mécaniques de contact** comme les frottements, le contact d'une raquette sur une balle, etc.
- des **actions mécaniques à distance** comme l'attraction gravitationnelle, les forces magnétiques.

#### Complément scientifique 2 : Modélisation par une force

On modélise la plupart des actions mécaniques par des forces. Une force est représentée par un vecteur, dont on doit préciser :

- Le **point d'application** est le point du receveur concerné par l'action mécanique.
- La **direction** correspond à la droite support de cette action mécanique (horizontale, verticale, autre)
- Le **sens** précise par une flèche le sens de parcours de cette droite (vers la gauche, vers la droite, vers le haut, vers le bas...)
- La **norme** correspond à l'intensité de la force, il s'agit d'une valeur exprimée en Newton (N)

#### Document 1 : L'équilibriste sur un fil

Nouveau record au cirque de Navacelles : Pablo Signoret et Nathan Paulin ont réussi leur pari et signent un tout nouveau record du monde. Tous les deux ont traversé le cirque sur une highline de 1 660 mètres, fixée à 340 mètres au-dessus du canyon.

Pour les deux sportifs de l'extrême cet exploit conclu deux ans de travail, de préparation minutieuse et d'entraînement. Mais assurément, ce record fera désormais date.



<https://www.ladepeche.fr/article/2017/06/11/2591797-highline-record-monde-battu-dessus-cirque-navacelles.html>



Image 1

#### Document 2 : Porté acrobatique

Les portés acrobatiques constituent une des familles des disciplines acrobatiques. On distingue principalement les portés statiques qui consistent pour le porteur à explorer différentes positions en maintenant le voltigeur en équilibre sur les mains et les portés dynamiques amenant une propulsion du voltigeur qui sera rattrapé par un ou plusieurs porteurs.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Porté\\_acrobatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Porté_acrobatique)

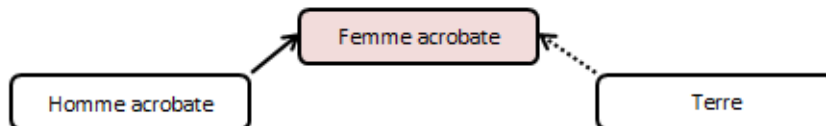
Sport 2 – Les effets des forces

### Questions :

1. Décrire les actions mécaniques exercées sur le funambule du doc.1. Préciser pour chacune d'elles s'il s'agit d'une action de contact ou d'une action à distance.

Un diagramme objet-action permet de représenter les actions exercées sur un objet. Les actions sont représentées par une flèche de l'acteur au receveur, en pointillés lorsqu'il s'agit d'une action à distance.

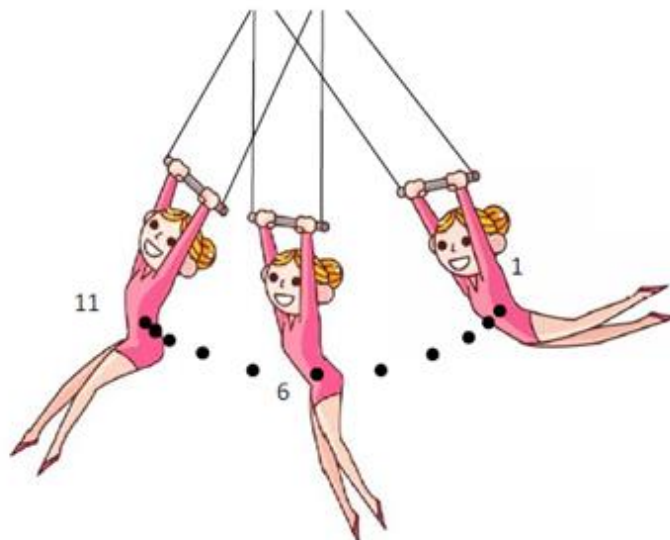
2. Pour l'exemple des acrobates de l'image 1, en vous aidant du diagramme suivant, donner les caractéristiques (nom, direction, sens) des forces qui s'exercent sur la femme portée.



3. Rappeler les conditions d'équilibre d'un objet assimilé à un point soumis à différentes forces.
4. Que peut-on dire des valeurs des différentes forces lors d'un porté statique comme celui du document 2 ?
5. En utilisant un raisonnement similaire aux questions précédentes, expliquer le fonctionnement des simulateurs de chute libre comme celui qui existe à Plan de Campagne.



6. Décrire le mouvement de la trapéziste, en termes d'accélération, sur le schéma ci-dessous aux instants 1 à 6 puis 6 à 11.



7. Réaliser un bilan des forces qui s'exercent sur la trapéziste.
8. Représenter les forces sur le schéma sur les trois positions dessinées.
9. Que pouvez-vous en conclure sur le lien entre les forces et le mouvement ?
10. Que se passe-t-il quand la trapéziste lâche le trapèze ?

## Annexe 3 : Questionnaire permettant de recueillir les conceptions des élèves

Ce questionnaire a été soumis aux élèves avant enseignement pour recueillir les conceptions initiales des élèves et proposé à nouveau à l'identique après enseignement, afin de relever l'évolution des élèves juste après l'enseignement. La question 5 n'a pas été exploitée dans les résultats car insuffisamment traitée au cours de la séance d'enseignement.

ESPE Aix-Marseille

Physique-Chimie

2018-2019

### Test de positionnement : Notion de Forces en seconde

Ce questionnaire est anonyme et non noté. Il a vocation à recueillir vos connaissances ou intuitions avant, pendant et après la séquence de mécanique. Aucune réponse n'est ridicule, osez répondre !

1) Pendant un service de tennis, le joueur lance sa balle en l'air avant de la frapper.

**Décrire les forces** (nom, direction, sens) qui s'exercent sur la balle quand la balle est à la position 1.

**Comparer les forces** au point 1 et au point 2.



2) Trois étapes de la frappe d'une balle de golf sont schématisées ci-dessous.

A chaque étape, représenter les forces qui s'exercent sur la balle, si elles existent.



Expliquer :

3) Le curling est une sorte de pétanque sur glace où les joueurs doivent placer la pierre au centre d'une cible. Représenter les forces qui s'appliquent sur la pierre au début du mouvement (1) puis à la fin (4).



Expliquer vos choix :

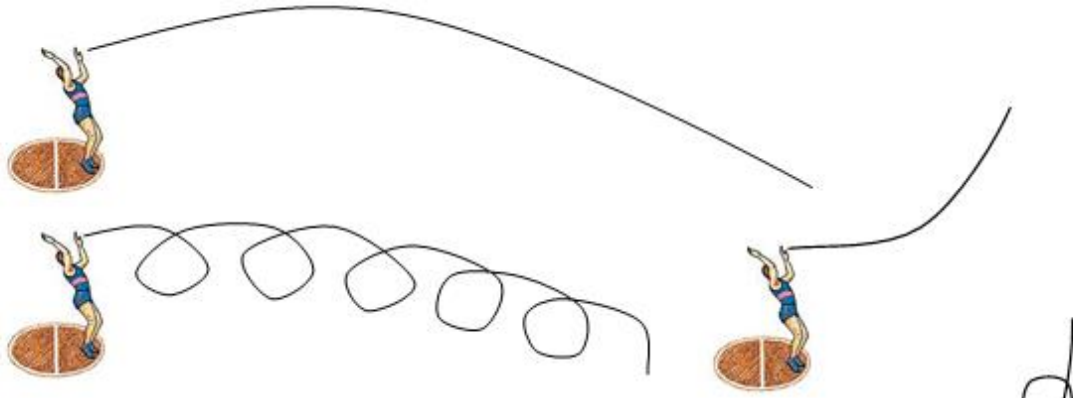
4) Un enfant se balance. Représenter les forces qui s'exercent sur lui pour les 3 positions du schéma.



5) Le lancer de marteau est une discipline peu connue en athlétisme. Les athlètes font tourner une boule en acier au bout d'une corde, avant de la lâcher.



Choisir la trajectoire du « marteau » vue de côté parmi les 3 suivantes. Expliquer votre choix.



De même, lorsque l'on regarde le lâché de marteau **vue de haut**, quelle est la trajectoire ?



Expliquer :

## Annexe 4 : Grille d'analyse détaillée pour chaque questionnaire relevé

Question 1
Réponse en mots
Utilisation du schéma
En 1: Direction
En 1: Sens
En 1: "Poids" ou "gravité", verticale; incorrect si force de la main
Présence simultanée poids/force main
En 2: Sens
En 2: "Poids" ou "gravité", verticale
Présence simultanée poids/force main
Comparaison intensité haut/bas
<b>Autre idiotie</b>
Question 2
Réponse en mots
<b>Etape 1</b>
Poids/gravité
Présence/Nom
Direction
Sens
Réaction du support
Nom
Direction
Sens
Explication: Importance du tee dans l'équilibre
Autre : aucune force s'exerce (écrit)
<b>Autre : une force est donnée ("stockée")</b>
<b>Etape 2</b>
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens

Réaction du support
Nom
Direction
Sens
Contact club
Nom
Direction
Sens
Explication: Mise en mouvement par le club
<b>Autre : il y a des forces</b>
<b>Etape 3</b>
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens
Explication
Autre: Force dans le sens du mouvement
<b>Autre: il y a des forces</b>

Question 3
Réponse en mots
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens
Poids présents seulement à la fin
Réaction du support
Nom
Direction
Sens
Réaction de la glace seulement au repos

Frottements solides
Nom
Direction
Sens
Force dans le sens du mouvement
Comparaison intensité début/fin
Explication: cause du ralentissement
Explication: équilibre pierre/glace



Question 4
Réponse en mots
<b>Etape 1</b>
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens
Tension des cordes
Nom
Direction
Sens
Contact homme
Nom
Direction
Sens
Force dans le sens du mouvement ou 0 force
<b>Etales 2</b>
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens
Tension des cordes
Nom
Direction
Sens
Force dans le sens du mouvement

<b>Etales 3</b>
Poids/gravité
Nom
Direction
Sens
Tension des cordes
Nom
Direction
Sens
Force dans le sens du mouvement
<b>Question 5</b>
<b>Trajectoire vue de côté</b>
Dessin sélectionné (Cloche/Hélicoidale/Décollage)
Explication
<b>Trajectoire vue d'en haut</b>
Dessin sélectionné (Circulaire/Hélicoidale/Rectiligne)
Explication

## Annexe 5 : Analyse des données

A partir des relevés des réponses des élèves, nous avons effectué un décompte par question et par conception testée du nombre d'élèves ayant visiblement une conception juste ou une conception fausse. Les élèves que l'on ne peut pas classer dans une ou l'autre des catégories sont classés dans Autre, ou dans une sous-catégorie juste ou fausse si on manque d'information pour confirmer.

Par exemple pour la question 1, on teste la conception 1 "Prise en compte du poids lors d'un mouvement autre que vers le bas" en comptant:

- Le nombre d'élèves ayant décrit la présence du poids au début du lancer (le nom est correct "c", ou ils décrivent une force avec un sens vers le bas "c")
- Ceux qui ne l'ont pas décrit en 1 (le sens de la force est incorrect "i" et/ou l'élève parle de la force de la main sur la balle: nom = "i")

On a séparé les élèves ayant la conception juste en 1 mais qui ne répondent pas intégralement à la question en ne parlant pas de la force en 2.

La grille d'analyse obtenue se présente sous cette forme:

Question	Critères	204			Total vérifié	Nombre de r
		Conception j	Conception i	Manque d'in		
1	Poids en 1 et	Pas de poids	Poids en 1 se	Pas de description des forces		
	0	3	8	0	11	11
4	Poids en 1	Force vers le haut en 1	Autre		0	11
	8	3			0	11
5	pareil en 1 e	Force plus intense en 1 ou 2				
	0	3			8	11
Question 2						
1	Poids durant	Pas de poids	Pas de poids	Erreur		
	6	4	1	0	11	11
2	Poids à l'équ	Pas de poids	Le poids est donné sur se			
	2	7	2			
3	Réaction du	Pas de réacti	Réaction du tee présente			
	2	7	2			
4	Pas de force	Force dans le sens du vol				
	5	6				11
Question 3						
1	Présence du	Absence de	Poids seulem	Autre		
	3	6	0	0	9	9
3	Présence de	Absence de	Réaction de la glace seule			
	1	8	0			
4	Pas de force	Force dans le sens du moi	Autre			
	1	7				1
5		Force dépendant de la vit		Pas applicab		
		6				3
6	Présence de	Absence de forces de frot		Autre		
	1	8				0
Question 4						
1	Présence du	Absence de	Présence du poids seulem			
	2	4	1			
3	Présence de	Absence de	Présence de la réaction d			
	3	4	0			
4	Pas de force	Force dans le sens du moi		Autre		
	4	3				7

C'est à partir de ces chiffres que l'on a calculé les proportions de réponses justes (à partir de la première colonne et parfois de la troisième) et de réponses fausses (deuxième et parfois troisième colonne) sur le nombre de réponses à la question.

## Résumé

L'hétérogénéité des classes est un requis institutionnel dans toutes les classes de lycée en France. Chaque classe est construite pour encourager les échanges entre divers milieux sociaux, différents niveaux d'apprentissage et différentes facilités d'apprentissage. Une difficulté majeure du professeur est de gérer cette hétérogénéité dans ses classes afin d'aider chaque élève à son propre niveau pour que chacun puisse progresser au cours de son année scolaire. Un outil primordial dans cette gestion d'hétérogénéité est la différenciation. Il ne s'agit pas d'individualiser son enseignement, mais de permettre à chaque élève de se créer son propre chemin d'apprentissage en proposant plusieurs voies possibles à chacun. Une possibilité de différenciation est la multiplication des registres sémiotiques. En proposant aux élèves des activités où divers supports sont proposés (textes, schémas, diagrammes, images, vidéos, animations...) mais aussi où plusieurs formes de réponses sont possibles (texte, schéma, diagramme...), les recherches montrent que les élèves arrivent mieux à trouver un chemin de connaissance et à progresser. Nous avons voulu tester si la multiplication des registres sémiotiques au cours d'une activité de mécanique permettait à des élèves de seconde de faire évoluer leurs conceptions initiales erronées sur les forces mécaniques. Nous avons retrouvé trois conceptions initiales erronées chez nos élèves : un bilan des forces est majoritairement incomplet ; la majorité des élèves pensent qu'une force persiste dans le sens du mouvement, après rupture d'un contact et la moitié des élèves pensent que la norme d'une force est proportionnelle à la vitesse du système étudié. Enfin, la variation des registres sémiotiques a permis aux élèves de progresser sur ces différentes conceptions (25% contre une évolution de moins de 20% pour les élèves pour lesquels les registres n'ont pas été variés), en particulier sur l'élaboration du bilan des forces. Néanmoins cette évolution n'est pas assez importante pour conclure significativement sur l'influence de la variation des registres. Une étude plus longue en répétant ces séances différenciées, portant en particulier sur le principe d'inertie, serait profitable.

## Mots-Clés

Registres sémiotiques - Différenciation - Conceptions initiales - Forces mécaniques - Hétérogénéité - Physique - Seconde

# Abstract

Heterogeneity is a will of the educative institution inside every class in France. Each class is built to encourage exchange between various backgrounds, various levels and various rates of learning. One difficulty for the teacher is to deal with all the different heterogeneities in his classes in order to help every single pupil to achieve his goals and progress over the year. An interesting tool for the teacher is differentiation. By differentiating his teaching, more pupils can feel engaged in the class and feel taken care of. It has shown over various studies that differentiation is effective in order to deal with heterogeneity and that a large majority of pupils progress better. One of the various ways to differentiate a teaching is to use various semiotic registers: pictures, videos, charts, tables, graphs, schemes etc... During our study we hypothesize that pupils in their first year in high school are more able to modify their wrong initial representations about mechanical forces in physics if they are in contact with various semiotic registers. In order to test this hypothesis, we delivered a first test to highlight their wrong initial representations of mechanical forces. This test showed that a large majority is unable to represent correctly the forces on an object. A majority also put a force in the same direction as the movement even after the rupture of the contact and think that the force norm is linked with the velocity of the studied system. With the confirmation of a majority of wrong representations, a differentiated session was built. A control group was confronted to a minimum of semiotic registers during this session, whereas the other group was confronted to a lot of them, including interaction object diagrams. Then all of pupils were again confronted to the same test they made before. The results show that being in contact with various registers conduct to better results than without this variation, but the difference is not really significant. The wrong conceptions are difficult to counter and stays strongly in pupils mind. One session is not enough to counter those wrong conceptions.

## Key Words

Semiotic registers - Differentiation - Initial representations - Mechanical forces -  
Heterogeneity - Physics - Sophomore year