

المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين الدار البيضاء - سطات

Didactique de Chimie-Physique : Procédure d'identification des conceptions et de changement conceptuel chez les élèves

Cycle de qualification des professeurs de l'enseignement secondaire

Filière : Physique-Chimie

Réalisé par : Pr. Azzeddine Atibi

Table des matières

Introduction	3
Chapitre I : Présentation et objectifs du module	5
I. Formation présentielle ou à distance	6
Chapitre II : Stratégie et démarche de la procédure	7
I. Stratégie et démarche de la procédure	8
II.1. Etape préparatoires	8
II.2. Etape d'animation :	8
II.3. Modalités d'évaluation :	11
II.4. Etape de préparation à l'interphase 1 :	11
II.5. Accompagnement :	12
Chapitre III : Applications : Activités sur l'identification des conceptions et de changement conceptuel des élèves et Solutions	14
I. Activités 1 : Identification des conceptions des élèves sur la troisième loi de Newton	15
II. Solution de l'activité 1 : Identification des conceptions des élèves sur la troisième loi de Newton	20
II.1. Objectifs :	20
II.2. Mise en situation	20
II.3. Méthodologie :	21
III.3.1. Choix de la mécanique élémentaire (2 ^{ème} et 3 ^{ème} loi de Newton)	21
QCM1 :	22
QCM2 :	23
QCM2. A. :	23
QCM3. A.	25
QCM4. A.	26
QCM5.A.....	27
III. Activités .2 : identification des conceptions et procédure de changement conceptuel	29
III.1. « Principe d'inertie » : Rappel sur le cours : conceptions des élèves	29
III.2. Enoncé de l'activité	31

Introduction

La conception du module de la didactique de la Chimie- Physique vise le renforcement des compétences professionnelles des cadres pédagogiques. Notre module vise d'une manière particulière le développement et l'amélioration des pratiques professionnelles des bénéficiaires de la formation par la réalisation d'interventions didactiques susceptibles de favoriser les apprentissages des élèves. Pour que ces interventions soient pertinentes, il faut que les enseignants stagiaires sachent mobiliser et investir les concepts centraux de la didactique dans différents milieux d'apprentissage : classe, établissement scolaire et environnement de l'établissement scolaire.

Afin que les bénéficiaires acquièrent la compétence visée, ce module stipule qu'il faut tout d'abord atteindre les objectifs qui se rapportent à l'utilisation de trois concepts centraux et une démarche pédagogique appelée démarche d'investigation. Nous supposons que la maîtrise de la démarche au niveau de la planification et de la gestion nécessite d'avoir les savoir-faire relatifs à l'utilisation de trois concepts centraux de la didactique : les conceptions, le changement conceptuel et la modélisation.

Le module est basé, d'une part, sur une vision socioconstructiviste de l'enseignement, de l'apprentissage et du fonctionnement de la Chimie-Physique et d'autre part, sur l'idée de professionnalisation des métiers de l'éducation.

Dans ce module, nous considérons que le savoir pratique professionnel est un intermédiaire entre les savoirs pratiques qui sont centrés sur l'action liés à différents milieux d'apprentissage et les savoirs théoriques qui sont basés sur les apports des travaux de la recherche en didactique de la Chimie – Physique.

Lors de la conception de ce module, nous avons tenu compte de l'idée selon laquelle la formation pourrait modifier les pratiques et les conceptions épistémologiques et didactiques des enseignants stagiaires en supposant qu'il existe toujours une interaction permanente et dialectique entre changement de conception et changement de pratique.

La conception du module de la didactique de la Chimie – Physique est basée sur deux principes, le premier principe consiste à établir un homomorphisme entre situations de formation et situations didactiques. Quant au deuxième principe, il consiste à ce que le concepteur du module et le formateur qui va exécuter la formation par la suite devraient clarifier au mieux le modèle et la vision pédagogiques à travers les activités conçues lors de la conception et réalisées lors de la formation.

A l'issue de la réalisation du module de la didactique de la Chimie -Physique, nous espérons avoir des supports de formation utilisables en classe, des exemples d'activités innovantes que les bénéficiaires pourront mettre en œuvre pour motiver davantage leurs élèves, des réponses pratiques

aux difficultés auxquelles ils sont confrontés au quotidien et des pratiques d'enseignement centrées sur l'apprenant.

Chapitre I : Présentation et objectifs du module

La compétence principale du module : A l'issue de cette formation, les bénéficiaires seront capables de mobiliser les concepts centraux de la didactique de la physique – chimie pour interpréter, analyser et agir efficacement sur les situations professionnelles afin de favoriser les apprentissages des élèves.

Déroulé

I. Formation présentielle ou à distance

Prérequis	Afin d'aborder les activités proposées dans le module, les bénéficiaires doivent disposer des prérequis ci-dessous : - Les programmes de la chimie-physique au secondaire - Les orientations pédagogiques pour l'enseignement de la chimie-physique au secondaire - Les différentes notes ministérielles sur l'enseignement de la Chimie - Physique et son évaluation au secondaire. - Une expérience dans l'enseignement de la chimie -physique au secondaire - Une maîtrise de l'outil informatique pour exploiter les ressources numériques et le traitement des données expérimentales. - Des savoirs de base en didactique générale et en sciences de l'éducation - Des savoir-faire des savoir être spécifiques au métier d'enseignement de la chimie – physique tels que le travail collaboratif, l'esprit critique, l'autonomie, etc.
Situations professionnelles de la phase I	Les situations professionnelles de la phase I font appel à l'utilisation d'une part, de trois concepts centraux de la didactique et d'autre part l'utilisation d'une démarche pédagogique pour bien mener les activités d'enseignement et d'apprentissage. Pour les concepts, il s'agit de ceux de « conceptions des élèves », de « changement conceptuel » et de « modélisation ». Quant à la démarche, il s'agit de la démarche d'investigation.
Objectifs de la phase I	Dans cette première phase, ce module permet aux bénéficiaires de : - Savoir interpréter et analyser les réponses et les productions des élèves en tenant compte de leurs conceptions lors des interventions didactiques et lors de la planification des apprentissages ; - Savoir construire des stratégies pour faire évoluer ou changer les conceptions des élèves ; - Savoir intégrer des activités de modélisation dans des interventions didactiques pour aider les élèves à construire des savoirs en chimie-physique ; - Savoir construire des interventions didactiques faisant appel à la démarche d'investigation. - Réfléchir sur leurs propres pratiques afin de les développer par l'investissement des concepts centraux de la didactique. - S'approprier les pratiques d'enseignement centrées sur l'apprenant (ECA)

Chapitre II : Stratégie et démarche de la procédure

I. Stratégie et démarche de la procédure

II.1. Etape préparatoires

Activité 1 : Définition du contrat pédagogique de formation.	Le formateur s'engage à : - Préparer des activités pour impliquer les bénéficiaires dans la formation ; - Envoyer les documents outils au moins trois jours avant le début de la formation. - Respecter le volume horaire alloué à chaque situation professionnelle ; - Respecter le volume horaire alloué aux activités pratiques Le bénéficiaire (stagiaire ou praticien enseignant) s'engager à : - Participer activement aux différentes activités de la formation - Lire et analyser les documents outils avant d'arriver à la formation - Avoir une idée sur la compétence visée et les objectifs définis pour la formation - Participer activement aux travaux des groupes ; - Présenter son travail personnel ou le travail du groupe - Participer activement à l'évaluation de ses acquis et ses productions - Rédiger un rapport à la fin de chaque phase de la formation
Activité 2 : Partage des supports de formation avec consignes.	Plusieurs supports seront partagés : des documents outils en papier ou numériques, des documents qui explicitent le cadre théorique en papier ou numériques, des exemples, etc. Les consignes pour les différentes situations professionnelles proposées concernent l'analyse de documents dans deux étapes : une première étape en se basant uniquement sur ses propres expériences et ses propres conceptions à l'égard de l'enseignement de la physique-chimie. Cette première analyse permettra aux bénéficiaires de poser des questions ou de formuler des hypothèses. Dans une deuxième étape d'analyse, les bénéficiaires seront armés d'éléments théoriques et de la synthèse de la première étape d'analyse pour apporter des éléments de réponse aux questions posées ou des éléments de vérification des hypothèses formulées.

II.2. Etape d'animation :

Situation professionnelle	Il s'agit de la situation professionnelle où l'enseignant se trouve devant des réponses et des productions des élèves qui nécessitent l'utilisation du concept de « conception » pour qu'elles soient analysées et interprétées. Le contenu de cette situation professionnelle sert à investir le concept de conception dans les activités d'interprétation et d'analyse des réponses et des productions des élèves dans des situations d'enseignement-apprentissage. Ce contenu sert aussi à bien planifier les interventions didactiques.
Objectifs spécifiques	Connaître les modes de raisonnements des élèves (les conceptions des élèves) qui entravent ou au contraire qui constituent des adjuvants les aidant à apprendre des savoirs en physique-chimie ;

	-Placer les participants dans des situations qui nécessitent la prise en compte des conceptions des élèves pour comprendre leurs réponses ; -Changer le point de vue des participants sur le statut des erreurs dans les apprentissages ; -Produire des outils utilisables en classe pour reconstruire les conceptions des élèves.	
Durée de réalisation (H)	6H	
Activités et tâches	Espaces de professionnalisation	
Tâche 1 : Analyse individuelle d'un document support qui se rapporte à la situation professionnelle 1 Tâche 2 : Analyse en petits groupes du même document en soulevant une (des) question (s) ou formuler une (des) hypothèse (s) Tâche 3 : Présentation des résultats des travaux des groupes Tâche 4 : Discussion permettant de préciser les questions soulevées et les hypothèses formulées Après avoir assistés à un exposé théorique sur le concept de « conception », Tâche 5 : Les bénéficiaires auront l'occasion de refaire une deuxième analyse en petits groupes en se basant sur des éclairages théoriques et sur la (les) question (s) et l'(les) hypothèse (s) formulée (s) dans la première analyse du document. Tâche 6 : Elaborer une synthèse à partir des résultats des travaux des groupes		La classe pour les activités d'enseignement L'établissement scolaire pour les activités organisées au sein des clubs L'environnement de l'établissement scolaire pour les activités réalisées dans le cadre de partenariats avec d'autre opérateurs
Modalités d'animation	1. Modalités et activités d'animation : on propose des activités d'animation en quatre étapes : Etape 1 : Mise en situation - Mettre les bénéficiaires devant une situation pour qu'ils mobilisent leurs savoirs et savoir-faire acquis à travers leurs pratiques professionnels, il s'agit de l'analyse d'un document support abordant le concept de « conceptions des élèves » ; - Le travail dans un premier temps sera individuel ; - Le travail en deuxième temps se fera en petits groupes ; - Présentation des travaux et création d'un débat ; - Formulation d'une ou plusieurs questions (ou hypothèses). Etape 2 : Eclairages théoriques Exposé théorique mettant l'accent sur le concept de conception. Etape 3 : un deuxième travail d'analyse du même document support Utiliser les éclairages théoriques sur le concept de « conception » pour analyser de nouveau le même document support et d'apporter les éléments de réponse aux questions (ou pour vérifier les hypothèses). Etape 4 : Synthèse Faire une synthèse du travail en montrant l'importance des constructions théoriques (concept de conception des élèves) pour	

	analyser les situations d'enseignement-apprentissage et pour analyser et interpréter des situations d'enseignement-apprentissage.	
Axes et contenu principal	Axe 1 : activités pratiques, il s'agit d'analyser les réponses et les productions des élèves pour comprendre pourquoi ils donnent des réponses et des productions inadéquates vis-à-vis des savoirs enseignés. Axe 2 : Apports théoriques, ces apports portent sur les éléments suivants : -Pourquoi s'intéresser aux conceptions -Les origines des conceptions -Définition des conceptions des élèves -Les caractéristiques des conceptions -Exemple : le cas de la physique du mouvement -Axe 3 : Activités pratiques, il s'agit d'une deuxième analyse basée sur les problèmes et les hypothèses formulés lors du premier travail d'analyse et sur les apports théoriques -Axe 4 : Elaboration d'une synthèse des travaux réalisés par les bénéficiaires. Cette synthèse est considérée comme une étape d'institutionnalisation des savoirs didactiques.	
Ressources à mobiliser	Ressources internes : Expérience personnelle des participants Conceptions des participants à l'égard de l'enseignement, l'apprentissage et le fonctionnement de la physique - chimie Connaissances ou savoirs : définition d'une conception, les origines des conceptions, les caractéristiques d'une conception, le fonctionnement d'une conception Savoir-faire : savoir analyser et interpréter les réponses et les productions des élèves en se basant sur le concept de conception, savoir tenir compte des conceptions dans la planification des interventions didactiques Savoir-être : accepter les critiques des autres bénéficiaires, travailler d'une manière collaborative avec les autres, etc.	Ressources externes : Des documents en papier et numériques, des logiciels et applications, ; Cadre social : bien communiquer avec les acteurs du PEI ou autres qu'il faut fédérer pour gérer les situations professionnelles envisagées
Supports de formation	- Des documents outils préparés pour les utiliser dans la situation de démarrage se rapportant au concept de conception - Un document explicitant le cadre théorique relatif au concept de « conception » - Ordinateurs avec accès à l'internet, vidéoprojecteur, imprimante et photocopieur - Des ressources numériques - Papier flipchart et marqueurs - Quelques manuels scolaires de la physique-chimie au secondaire - Les orientations pédagogiques.	

II.3. Modalités d'évaluation :

Evaluation diagnostique :

C'est la première analyse du document support par les bénéficiaires qui va nous permettre de faire une évaluation diagnostique des prérequis des bénéficiaires. Elle se base sur les productions des bénéficiaires lors de la présentation des travaux des groupes après la première analyse du document support.

Evaluation au terme de la formation en présentiel :

Elle se base sur :

- Les données recueillies à partir d'un questionnaire à choix multiples. Le but de ce questionnaire est de savoir à quel point la formation permettrait de changer les points de vue des participants à propos de l'enseignement, apprentissage et fonctionnement de la physique – chimie, les questions concernent essentiellement sur les points suivants :
 - L'analyse et l'interprétation des réponses et des productions des élèves ;
 - La planification des interventions didactiques ;
 - Le statut de l'erreur.
 - Changement et évolution des conceptions des élèves ;
 - La construction des savoirs en physique – chimie ;
 - Les difficultés d'apprentissage en physique - chimie ;
- Les données recueillies à partir des productions des bénéficiaires lors de la deuxième analyse du document support.

Comparaison :

La comparaison entre les résultats de l'évaluation diagnostique (première analyse) et les résultats de l'évaluation au terme de cette phase de la formation (questionnaire, deuxième analyse) permettrait d'avoir une idée sur les changements des points de vue des bénéficiaires à l'issue de la formation présentielle (ou à distance).

II.4. Etape de préparation à l'interphase 1 :

Activité 1 : Constitution des groupes et des travaux collaboratifs	Activité 1 : Constitution des petits groupes pour préparer des travaux pour la phase II, la phase d'accompagnement. Il s'agit de constituer des groupes de 4 à 5 enseignants qui vont préparer des séquences d'enseignement où il y aura l'occasion d'investir les concepts étudiés dans la formation dans des activités d'enseignement : Séquence d'enseignement 1 : investir les acquis relatifs au concept de « conception » Séquence d'enseignement 2 : investir les acquis relatifs au concept de « changement conceptuel » Séquence d'enseignement 3 : investir les acquis relatifs aux concepts de « « modèle » et « de modélisation » Séquence d'enseignement 4 : investir les acquis relatifs à « la démarche d'investigation »
Activité 2 : Définition des éléments d'informations	Activité 2 : Eléments d'informations que l'on doit collecter pour la phase prochaine (Niveau 1) Les résultats de l'évaluation de la phase précédente (formation présentielle ou à distance)

(Niveau 1)	Les difficultés rencontrées par les bénéficiaires quant à l'utilisation des concepts centraux de la didactique pour analyser et agir sur les situations d'enseignement – apprentissage. Les activités à mener lors de l'accompagnement : préparation des séquences d'enseignement- préparation de grilles d'observation et d'analyse des séquences d'enseignement
Activité 3 : Eléments d'analyse et de réflexion sur les SP. (Niveau 2)	Activité 3 : Eléments d'analyse et de réflexion sur les situations professionnelles types SPT (Niveau 2) - Discuter avec les bénéficiaires les pratiques courantes qu'ils réalisent avec les élèves dans les situations professionnelles susmentionnées à savoir : - Analyser et interpréter les réponses des élèves en se référant à leurs conceptions (l'enseignant se trouve des élèves qui ont des difficultés et commettent des erreurs) - Aider les élèves à changer leurs conceptions ou à les faire évoluer (l'enseignant se trouve devant des élèves qui ont des conceptions qui devraient être changées ou que l'on devrait faire évoluer) - Aider les élèves à modéliser et exercer les activités de modélisation (une situation où l'enseignant se trouve devant des élèves qui devraient modéliser pour construire leurs savoirs en chimie- physique). - Aider les élèves à pratiquer la démarche d'investigation (l'enseignant se trouve devant une situation où les élèves doivent pratiquer une démarche d'investigation pour pratiquer une démarche permettant de construire leurs savoirs)
Activité 3 : Eléments de problématisation des projets professionnels (Niveau 3)	Il s'agit d'utiliser les concepts centraux dans des activités en classe. Autrement dit, il faut savoir se baser sur ces concepts pour bien mener les pratiques d'enseignement, de bien préparer et gérer des séquences d'enseignement. En plus, il faut que les bénéficiaires dans la phase d'accompagnement aient les éléments nécessaires pour réfléchir sur leurs propres pratiques en classe. Les bénéficiaires doivent réinvestir les acquis de la phase de formation présentiel (ou à distance) dans les activités d'enseignement.

II.5. Accompagnement :

Compétence spécifique à la phase II	Assurer la transférabilité des compétences acquises dans la formation en présentiel (ou à distance) dans des situations professionnelles (SP)
Situations professionnelles spécifiques de la phase II	Séquence d'enseignement 1 : mettre l'accent sur l'utilisation du concept de conception pour interpréter et analyser les réponses et les productions des élèves Séquence d'enseignement 2 : mettre l'accent sur l'utilisation du concept de changement conceptuel (CC) pour changer ou faire évoluer les conceptions des élèves Séquence d'enseignement 3 : mettre l'accent sur les activités de modélisation dans la préparation et l'exécution de séquence d'enseignement Séquence d'enseignement 4 : mettre en application la démarche d'investigation

Objectifs spécifiques de la phase II	- Mettre en application quelques concepts centraux de la didactique de la chimie-physique dans des séquences d'enseignement à réaliser en présentiel ou à distance - Mettre en évidence les difficultés rencontrées par les bénéficiaires pour utiliser les concepts centraux de la didactique dans leurs pratiques professionnelles - S'interroger sur ses propres conceptions dans le but d'améliorer la planification de ses actions didactiques - Appréhender et savoir mettre en application les démarches didactiques favorisant les apprentissages des élèves
--------------------------------------	---

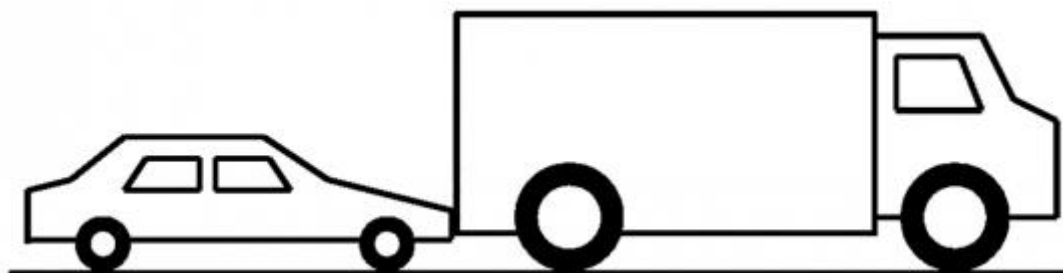
Chapitre III : Applications :
Activités sur l'identification des conceptions et de changement
conceptuel des élèves et Solutions

I. Activités 1 : Identification des conceptions des élèves sur la troisième loi de Newton

- Outil didactique utilisé : Questionnaire

❖ QCM1

Un gros camion tombe en panne sur une route. Pour retourner à la ville, le camion se fait pousser par une voiture compacte. La voiture, qui pousse toujours le camion, augmente sa vitesse pour atteindre sa vitesse de croisière. On néglige les frottements.

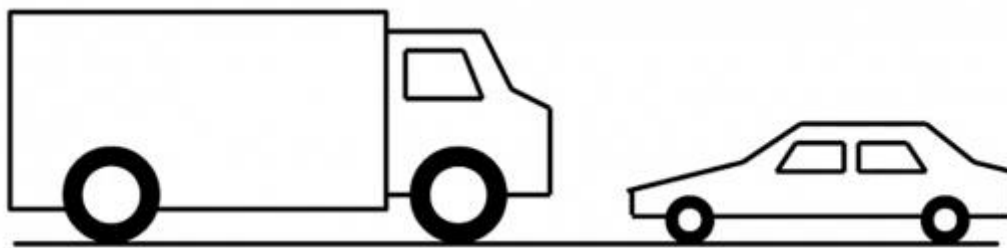


Choisir l'une des propositions qui décrit correctement les forces en jeu entre le camion et la voiture.

Propositions	Taux réponse (%)
A – La force avec laquelle la voiture pousse le camion est aussi grande que la force du camion sur la voiture.	10,5 (PC*)
B – La force avec laquelle la voiture pousse le camion est plus petite que la force du camion sur la voiture.	5,3
C – La force avec laquelle la voiture pousse le camion est plus grande que la force du camion sur la voiture.	68,4
D – Le moteur de la voiture est en marche, alors la voiture pousse le camion mais le moteur du camion est à l'arrêt. Le camion ne peut donc pas exercer une force sur la voiture.	10,5
E – Ni la voiture, ni le camion n'exercent de forces l'un sur l'autre. Le camion est poussé vers l'avant que parce qu'il est sur le chemin de la voiture	0,0
J – Aucune de ces propositions ci-dessus n'est correcte.	5,3

❖ QCM2

Dans les situations décrites ci-dessous mettant en jeu des jouets motorisés, on néglige les frottements et les déformations induits par la collision. Chaque situation met en jeu un camion et une voiture en situation de collision.



❖ **QCM2. A.**

- Le camion est plus lourd que la voiture. Le camion et la voiture se déplacent à la même vitesse quand ils entrent en collision.
- Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion lorsqu'ils sont en contact.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponse (%)</i>
A – Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	68,4
B – La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le camion n'exerce sur la voiture.	5,3
C – Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.	5,3
D – Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	0,0
E – Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	15,7 (PC*)
F – Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	5,3
J – Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	0,0

❖ **QCM3. A.**

Le camion est plus lourd que la voiture. La voiture va plus vite que le camion quand ils entrent en collision.

Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponse (%)</i>
A – Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	0,0
B – La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le camion n'exerce sur la voiture.	52,6
C – Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.	0,0

D – Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	0,0
E – Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	10,5(PC*)
F – Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	31,7
J – Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	5,2

QCM4. A.

Le camion est plus lourd que la voiture. Le camion est à l'arrêt quand la voiture le percute.

Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponse (%)</i>
A – Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	0,0
B – La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le camion n'exerce sur la voiture.	42,1
C – Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.	5,3
D – Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	5,3
E – Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	15,8(PC*)
F – Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	10,5
J – Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	21,0

❖ QCM5.A

Dans la situation décrite ci-dessous, on néglige les frottements et les déformations induits par la collision. La situation met en jeu deux voitures (jouets motorisés) en situation de collision. La voiture (1) a la même masse que la voiture (2). La voiture (2) est à l'arrêt quand la voiture (1) la percute.



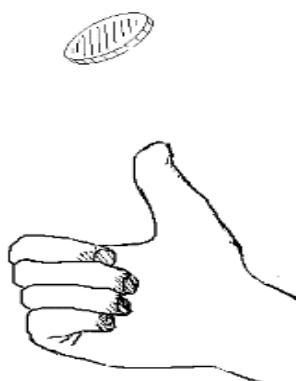
Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre les voitures.

A – La voiture (1) exerce une plus grande force sur la voiture (2) que la voiture (2) n'exerce sur la voiture (1).	☐
--	--------------------------

B – La voiture (2) exerce une plus grande force sur la voiture (1) que la voiture (1) n'exerce sur la voiture (2).	☐
C – Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture (2) est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet de la voiture (1).	☐
D – La voiture (1) exerce une force sur la voiture (2) mais la voiture (2) n'exerce pas de force sur la voiture (1).	☐
E – La voiture (1) exerce une force sur la voiture (2) identique à celle qu'exerce la voiture (2) sur la voiture (1).	☐
F – Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus	☐
J – Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	☐

❖ QCM1.B à QCM3.B

Une pièce de monnaie est jetée en l'air à la verticale. Après avoir été lâchée, la pièce monte, atteint son point le plus haut et retombe ensuite. On néglige la résistance de l'air dans les trois situations suivantes.



❖ QCM.B.

La pièce de monnaie va vers le haut après avoir été lancée.

Choisir l'une des propositions suivantes (A à J) pour indiquer la force agissant sur la pièce.

Propositions	Taux réponses
A – La force est dirigée vers le bas et son intensité est constante.	5,3(PC*)
B – La force est dirigée vers le bas et son intensité augmente.	0,0
C – La force est dirigée vers le bas et son intensité décroît.	0,0
D – La force est nulle.	0,0
E – La force est dirigée vers le haut et son intensité est constante.	10,5
F – La force est dirigée vers le haut et son intensité augmente.	31,6
G – La force est dirigée vers le haut et son intensité décroît.	52,6
J- Aucune de ces propositions n'est correcte.	0,0

❖ QCM2. B.

La pièce de monnaie est à son point le plus haut.

Choisir l'une des propositions suivantes (A à J) pour indiquer la force agissant sur la pièce.

Propositions	Taux réponses
A – La force est dirigée vers le bas et son intensité est constante.	5,3(PC*)
B – La force est dirigée vers le bas et son intensité augmente.	0,0

C – La force est dirigée vers le bas et son intensité décroît.	0,0
D – La force est nulle.	89,4
E – La force est dirigée vers le haut et son intensité est constante.	5,3
F – La force est dirigée vers le haut et son intensité augmente.	0,0
G – La force est dirigée vers le haut et son intensité décroît.	0,0
J- Aucune de ces propositions n'est correcte.	0,0

❖ QCM3. B.

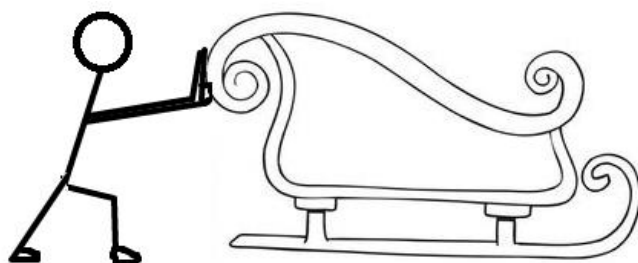
La pièce de monnaie se déplace vers le bas.

Choisir l'une des propositions suivantes (A à J) pour indiquer la force agissant sur la pièce.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponses</i>
A – La force est dirigée vers le bas et son intensité est constante.	21,0 (PC*)
B – La force est dirigée vers le bas et son intensité augmente.	73,7
C – La force est dirigée vers le bas et son intensité décroît.	0,0
D – La force est nulle.	5,3
E – La force est dirigée vers le haut et son intensité est constante.	0,0
F – La force est dirigée vers le haut et son intensité augmente.	0,0
G – La force est dirigée vers le haut et son intensité décroît.	0,0
J- Aucune de ces propositions n'est correcte.	0,0

❖ QCM4.B à QCM5.B

Une personne, munie de chaussures à crampons et debout sur la glace, peut appliquer une force sur le traîneau et le pousser sur la glace. Les frottements du traîneau sur la glace sont très faibles et sont donc négligés.



❖ QCM4. B

Quelle force permettrait de garder le traîneau en mouvement vers la droite avec une vitesse constante ?

Parmi les propositions ci-dessous (A à J), choisir la force qui permet de garder le traîneau en mouvement.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponses</i>
A – La force est dirigée vers la droite et son intensité augmente.	0,0
B– La force est dirigée vers la droite et son intensité est constante.	84,2
C – La force est dirigée vers la droite et son intensité décroît.	0,0
D – Aucune force n'est nécessaire.	15,8 (PC*)
E – La force est dirigée vers la gauche et son intensité décroît.	0,0
F – La force est dirigée vers la gauche et son intensité est constante.	0,0
G – La force est dirigée vers la gauche et son intensité augmente.	0,0

J - Aucune de ces propositions est correcte.	0,0
--	-----

❖ QCM5. B.

Quelle force permettrait de garder le traîneau en mouvement vers la droite et de l'accélérer jusqu'à obtenir une accélération constante ?

Parmi les propositions ci-dessous (A à J), choisir la force qui permet de garder le traîneau en mouvement.

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponses</i>
A – La force est dirigée vers la droite et son intensité augmente.	94,7
B– La force est dirigée vers la droite et son intensité est constante.	5,3 (PC*)
C – La force est dirigée vers la droite et son intensité décroît.	0,0
D – Aucune force n'est nécessaire.	0,0
E – La force est dirigée vers la gauche et son intensité décroît.	0,0
F – La force est dirigée vers la gauche et son intensité est constante.	0,0
G – La force est dirigée vers la gauche et son intensité augmente.	0,0
J - Aucune de ces propositions est correcte.	0,0

II. Solution de l'activité 1 : Identification des conceptions des élèves sur la troisième loi de Newton

II.1. Objectifs :

A partir d'une situation d'apprentissage :

- ✓ Connaître les modes de raisonnements des élèves (les conceptions) qui entravent ou au contraire qui facilitent l'apprentissage des savoirs en physique – chimie ;
- ✓ Placer les professeurs stagiaires dans des situations qui nécessitent la prise en compte des modes des conceptions des élèves pour comprendre leurs réponses ;
- ✓ Changer le point de vue des participants sur le statut des erreurs dans les apprentissages ;
- ✓ Produire des outils utilisables en classe pour recueillir les conceptions des élèves ;
- ✓ Produire des outils utilisables en classe pour recueillir les conceptions des élèves.

II.2. Mise en situation

Amener les professeurs stagiaires à analyser les réponses des élèves à des situations relevant d'un domaine de la physique - chimie (la mécanique élémentaire), (la concentration chimique) et ce pour comprendre :

- ✓ Le fait que l'apprenant n'as pas la tête vide ;
- ✓ La nature des réponses des élèves ;
- ✓ L'utilité didactique du concept de conception dans la planification et la gestion des apprentissages des savoirs en chimie-physique.

II.3. Méthodologie :

III.3.1. Choix de la mécanique élémentaire (2^{ème} et 3^{ème} loi de Newton)

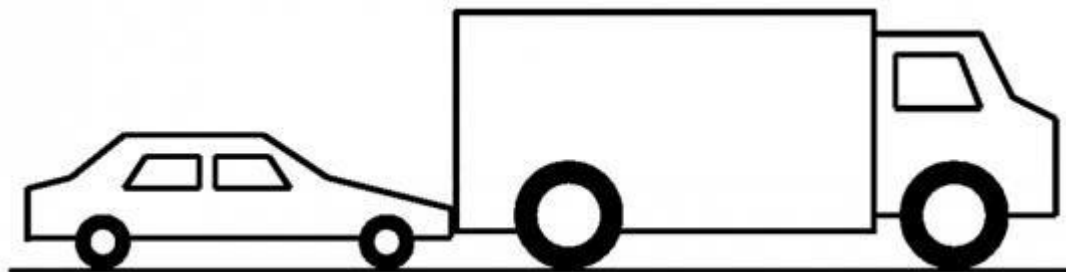
- Outil utilisé : Test de 10 QCM extrait du test d'évaluation conceptuelle FMCE (Force and Motion Conceptual Evaluation, Thornton & Solokoff, 1998) ;
- Cet outil est utilisé par les chercheurs en didactique de la physique pour étudier les modes de raisonnements sur le concept de force tandis que les enseignants l'utilisent pour mesurer l'efficacité de leurs activités d'enseignement (Adam & Wieman, 2011 ; Falmer, Liang & Liu, 2014 ; Rudolph et al., 2014)
- Les 5 premières questions (QCM1A à QCM5A) portent sur le concept de force dans le cadre d'actions réciproques (3^{ème} loi de Newton) ;

➤ **REMARQUE**

De manière générale les propositions qui ont le taux 0% sont ininterprétables mais en supposant qu'il y a des personnes qui les ont choisies, dans ce cas-là je les ai interprétées.

QCM1 :

Un gros camion tombe en panne sur une route. Pour retourner à la ville, le camion se fait pousser par une voiture compacte. La voiture, qui pousse toujours le camion, augmente sa vitesse pour atteindre sa vitesse de croisière. On néglige les frottements.



Choisir l'une des propositions qui décrit correctement les forces en jeu entre le camion et la voiture.

✚ La réponse attendue : A

Propositions	Taux réponses (%)	Conceptions
A- La force avec laquelle la voiture pousse le camion est aussi grande que la force du camion sur la voiture.	10,5 (PC*)	Les élèves apparemment ont bien intégré le principe de l'action de la réaction et ont su l'appliquer.
B- La force avec laquelle la voiture pousse le camion est plus petite que la force du camion sur la voiture.	5,3	<u>La masse : confusion entre la masse et la force</u> Les élèves établissent une relation de proportionnalité avec la masse, ils ont lié la masse avec la force. Ils pensent que le corps qui a la masse la plus grande est celui qui exerce la force la plus grande.
C- La force avec laquelle la voiture pousse le camion est plus grande que la force du camion sur la voiture.	68,4	<u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force</u> Les élèves attachent la vitesse à la force ils pensent que le corps, qui a la vitesse la plus grande, exerce une force plus grande.
D- Le moteur de la voiture est en marche, alors la voiture pousse le camion mais le	10,5	<u>Non compréhension du principe de l'action et de réaction.</u> Selon les élèves lorsqu'un corps est immobile c'est-à-dire fixe il n'exerce aucune force alors que

moteur du camion est à l'arrêt. Le camion ne peut donc pas exercer une force sur la voiture.		lorsqu'un corps est en mouvement il exerce une force. <u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force</u> Lorsque le moteur est en marche il possède une grande puissance ce qui va engendrer une grande vitesse. De ce, nous déduisons qu'il exerce une grande force. En revanche, lorsque le moteur est à l'arrêt il n'exerce aucune force.
E- Ni la voiture, ni le camion n'exercent de forces l'un sur l'autre. Le camion est poussé vers l'avant que parce qu'il est sur le chemin de la voiture	0,0	Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction et de la notion de la force.
F- Aucune de ces propositions ci-dessus n'est correcte.	5,3	Non compréhension du principe de l'action et de réaction.

QCM2 :

Dans les situations décrites ci-dessous mettant en jeu des jouets motorisés, on néglige les frottements et les déformations induits par la collision. Chaque situation met en jeu un camion et une voiture en situation de collision.



QCM2. A. :

- Le camion est plus lourd que la voiture. Le camion et la voiture se déplacent à la même vitesse quand ils entrent en collision.
- Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion lorsqu'ils sont en contact.

 La réponse attendue :E

<i>Propositions</i>	<i>Taux réponses (%)</i>	<i>Conceptions</i>
A - Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	68,4	<u>La masse : confusion entre la masse et la force</u> Les élèves croient que le corps qui a la masse la plus grande exerce la force la plus grande.
B - La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le Camion n'exerce sur la voiture.	5,3	<u>La masse : confusion entre la masse et la force</u> Puisque la vitesse est identique au moment de la collision donc la vitesse n'était pas prise en considération alors les élèves croient que la voiture a une petite masse donc elle exerce la plus grande force.
C - Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.	5,3	<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction.</u> C'est une proposition perturbatrice car l'expression « La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion » est un élément perturbateur Qui est en déclin avec l'expression «Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre».
D- Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	0,0	<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction.</u> Le choix de cette proposition se fait de manière arbitraire car les élèves se basent sur des conceptions naïves qui n'ont pas de réalité scientifique.
E - Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	15,7 (PC*)	Bonne compréhension du principe de l'action de la réaction.
F- Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	5,3	Mauvaise compréhension de La deuxième loi de Newton.
G- Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	0,0	Mauvaise compréhension du principe de l'action et de la réaction.

QCM3. A.

Le camion est plus lourd que la voiture. La voiture va plus vite que le camion quand ils entrent en collision.

Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion.

La réponse attendue :E

Propositions	Taux réponses (%)	Conceptions
A- Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	0,0	<u>La masse : confusion entre la masse et la force.</u> Les élèves pensent que le corps qui a la masse la plus grande exerce la force la plus grande. <u>Mal compréhension du principe de l'action et de la réaction</u>
B- La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le camion n'exerce sur la voiture.	52,6	<u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force.</u> Les élèves pensent que le corps qui est le plus vite exerce la force la plus grande.
C- Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.	0,0	<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction.</u> C'est une proposition perturbatrice car l'expression « La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion » est un élément déclencheur qui est en déclin avec l'expression « Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre ».
D- Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	0,0	<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction.</u> Le choix de cette proposition se fait de manière arbitraire car les élèves se basent sur des conceptions erronées qui n'ont pas de réalité scientifique.

E- Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	10,5(PC*)	Bonne maîtrise du principe de l'action de la réaction.
F- Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	31,7	<u>Mal compréhension du principe de l'action et de la réaction.</u> Ils n'ont pas des conceptions qui relient la masse à la force et la vitesse à la force.
G- Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	5,2	Mauvaise compréhension du principe de l'action et de la réaction.

QCM4. A.

Le camion est plus lourd que la voiture. Le camion est à l'arrêt quand la voiture le percute.

Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion.



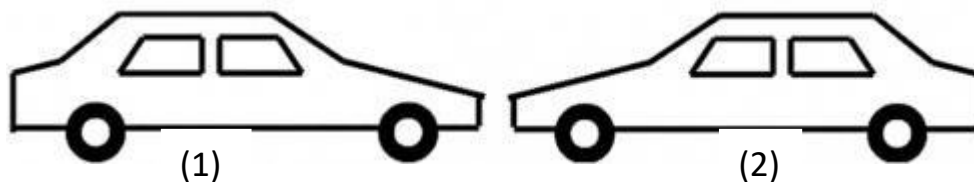
La réponse attendue :E

Propositions	Taux réponses (%)	Conceptions
A - Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion.	0,0	<u>La masse : confusion entre la masse et la force</u> Les élèves pensent que le corps qui a la masse la plus grande exerce la force la plus grande. <u>Mal compréhension du principe de l'action et de la réaction</u>
B - La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le Camion n'exerce sur la voiture.	42,1	<u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force.</u> Les élèves attachent la vitesse à la force ils pensent que le corps qui a la vitesse la plus grande exerce la force plus grande.
B- Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre.		<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction</u>

La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion	5,3	C'est une proposition perturbatrice car l'expression « La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion » est un élément perturbateur Qui est contre l'expression « Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre ».
D - Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.	5,3	<u>Non compréhension du principe de l'action et de réaction</u> Selon les élèves lorsqu'un corps est immobile c'est-à-dire fixe il n'exerce aucune force alors que lorsqu'un corps est en mouvement il exerce une force. <u>La masse : confusion entre la masse et la force.</u> Puisque le camion a une grande masse donc il exerce une force plus grande que celle de la voiture.
E - Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion.	15,8(PC*)	Bonne compréhension de la troisième loi de Newton
F- Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.	10,5	<u>Mal compréhension du principe de l'action et de la réaction</u> Ils n'ont pas des conceptions reliant la masse à la force, la vitesse à la force et le repos à la force.
J- Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	21,0	Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction et de la notion de la force.

QCM5.A

Dans la situation décrite ci-dessous, on néglige les frottements et les déformations induits par la collision. La situation met en jeu deux voitures (jouets motorisés) en situation de collision. La voiture (1) a la même masse que la voiture (2). La voiture (2) est à l'arrêt quand la voiture (1) la percute.



Choisir l'une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre les voitures.



La réponse attendue : E

Propositions	Taux réponses (%)	Conceptions
A- La voiture (1) exerce une plus grande force sur la voiture (2) que la voiture (2) n'exerce sur La voiture (1).	☐	<u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force</u> Les élèves pensent que le corps qui est le plus vite exerce la force la plus grande <u>Mal compréhension du principe de l'action et de la réaction</u>
B- La voiture (2) exerce une plus grande force sur la voiture (1) que la voiture (1) n'exerce sur la voiture (2).	☐	<u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force</u> Les élèves attachent la vitesse à la force ils pensent que le corps qui a la vitesse la plus grande exerce une force plus grande.
C- Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture (2) est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet de la voiture (1).	☐	<u>Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction</u> C'est une proposition perturbatrice car l'expression « La voiture (2) est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet de la voiture (1) » est un élément perturbateur Qui est en déclin avec l'expression « Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre »
D- La voiture (1) exerce une force sur la voiture (2) mais la voiture (2) n'exerce pas de force sur la voiture (1).	☐	<u>Non compréhension du principe de l'action et de réaction</u> Selon les élèves lorsqu'un corps est immobile c'est-à-dire fixe il n'exerce aucune force alors que lorsqu'un corps est en mouvement il exerce une force <u>La vitesse : confusion entre la vitesse et la force</u> Puisque la voiture (1) est la plus vite donc elle exerce la force la plus grande que celle de la voiture (2)

E- La voiture (1) exerce une force sur la voiture (2) identique à celle qu'exerce la voiture (2) sur la voiture (1).	☐	Les élèves apparemment ont bien intégré le principe de l'action de la réaction et savent l'appliquer
F- Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus	☐	<u>Le principe de l'action et de la réaction n'a pas été acquis</u> Ils n'ont pas des conceptions reliant la vitesse à la force et le repos à la force
J- Aucune des propositions ci-dessus ne décrit correctement la situation.	☐	Absence de connaissance du principe de l'action et de la réaction et de la notion de la force

III. Activités .2 : identification des conceptions et procédure de changement conceptuel.

III.1. « Principe d'inertie » : Rappel sur le cours : conceptions des élèves

III.1.1.Introduction :

Dans notre vie, chaque jour nous nous trouvons face à des situations nouvelles, ainsi nous accumulons des expériences qui nous permettent de former des conceptions intuitives selon notre cadre de référence. Ces préconceptions nous permettent parfois d'expliquer certains phénomènes, mais elles sont dans la plupart des cas erronées, ce qui rend le processus d'apprentissage compliqué et n'aboutit pas toujours à un changement conceptuel.

Selon (Bachelard, 1938), les connaissances empiriques sont déjà constituées pour l'adolescent qui arrive en classe de physique. Les savoirs enseignés n'arrivent pas dans des cerveaux vides mais se construisent sur ce que l'on sait déjà. C'est pourquoi l'enseignant doit être conscient des préconceptions de ses élèves et en tenir compte dans son enseignement afin de les dépasser.

III.1.2.Objectif général :

Vérifier que les conceptions intuitives, indiquées dans la littérature, sont aussi bien présentes chez l'échantillon d'élèves étudié, puis mettre ces élèves face à un conflit conceptuel pour casser leurs préconceptions vis-à-vis le mouvement d'un corps et aboutir au principe d'inertie.

III.1.3.Contexte du travail :

Ce travail entre dans le cadre d'une mémoire professionnelle qui vise, premièrement, à définir les préconceptions des élèves vis-à-vis l'adhérence force-vitesse et/ou la notion d'impétus, puis à confronter ces conceptions intuitives contre la conception Newtonienne et les amener à annoncer le principe d'inertie par eux-mêmes.

III.1.4. Les éléments théoriques :

a. Les préconceptions et l'apprentissage :

- L'apprentissage d'un savoir nouveau demande une transformation profonde des conceptions initiales de l'élève que ne permet pas un simple processus de transmission enseignant-élève (Verhaeghe, 2004).
- Les conceptions initiales constituent un obstacle à l'apprentissage (Bachelard, 1938), « Obstacle épistémologique ».

b. Sources des préconceptions :

Selon Bachelard (dans Astolfi, 1997), il existe deux origines :

Origine individuelle	Origine sociale
- Fait référence aux observations immédiates. - En relation avec des expériences personnelles de la vie.	- En relation avec notre culture générale provenant des acquis scolaires et extra-scolaires (Environnemental, culturel, historique, géographique, religieux, socio-économique, politique et affectif).

III.1.5. Caractéristiques des préconceptions et difficultés d'apprentissage :

- Bien que les préconceptions soient souvent erronées, elles offrent une grille de lecture structurée capable d'expliquer le monde qui nous entoure de manière cohérente malgré leur désaccord avec les explications scientifiques.
- Elles sont confortées par la majorité et diffusées à grande échelle (journaux, média...).
- Les concepts scientifiques ne se substituent pas à nos préconceptions si profondément ancrées mais, au mieux, les deux modes de pensée coexistent.

III.1.6. Détecter les préconceptions :

Dans le cadre de ce travail, ils ont choisi d'utiliser une évaluation diagnostique sous la forme d'un questionnaire, afin d'obtenir une trace écrite et de pouvoir l'analyser.

Comment combattre les préconceptions ?

Trois méthodes sont proposées :

Modèle allostérique	Situation problème	Démarche hypothético-déductive
- Il vise à changer, modifier la façon dont les élèves perçoivent leur environnement. - L'élève doit devenir acteur dans ces apprentissages et se rendre compte par lui-	- Pour (Meirieu, 1987), la situation problème fait s'affronter un sujet (élève) à un obstacle en effectuant une tâche.	- Elle est à la base de la démarche expérimentale telle que l'a décrit Roger Bacon (1266) pour qui « aucun discours ne peut

même que ses préconceptions sont fausses.		donner la certitude, tout repose sur l'expérience ».
- Il confronte les élèves à des situations qui les déstabilisent.		

III.2. Enoncé de l'activité

a. Séquence d'enseignement : Le principe d'inertie.

Cette activité a porté sur l'enseignement du principe d'inertie en se limitant au traitement des préconceptions les plus courantes chez les élèves autour de la relation entre force et mouvement. On distingue deux types :

- *Adhérence force-vitesse.*
- *Résurgence de la notion d'impétus.*

Ce travail a été réparti en deux phases :

1. Phase I : Identification :

Après une recherche bibliographique approfondie, le groupe de travail a constaté que les élèves viennent en classe avec des conceptions intuitives, qu'ils ont accumulé à partir de leurs propres expériences. Ces préconceptions sont généralement résistantes et présentent un véritable obstacle devant le processus d'apprentissage. C'est pourquoi, il fallait tout d'abord les identifier pour vérifier, d'une part, les résultats de la recherche bibliographique « Les savoirs enseignés n'arrivent pas dans des cerveaux vides, mais se construisent sur ce que l'on sait déjà. Bachelard (1938) et Piaget (1975) », et d'autre part, pour s'en servir afin de poser les apprenants devant un conflit cognitif dans la phase qui suit (changement conceptuel).

1.1. L'outil didactique utilisé : Un questionnaire diagnostique :

Il comporte quatre situations de type QCM (Question à choix multiples) dont les items visent les préconceptions: l'adhérence force-vitesse et/ou la notion d'impétus. L'objectif de ce questionnaire est l'identification des préconceptions, l'évaluation et l'apprentissage.

Le choix du QCM peut être justifié par le fait qu'il permet :

- D'établir des statistiques réussites qui facilitent le diagnostic.
- De cibler les points nécessitant une intervention.
- De gagner le temps pendant la correction.

Situation d'apprentissage 1 : Vrai-Faux.

Objectif : Identifier les préconceptions des élèves vis-à-vis l'adhérence force-vitesse.

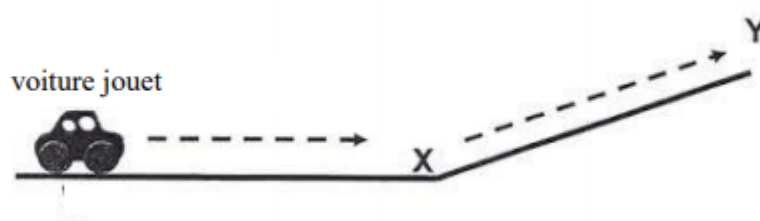
Indiquez si les affirmations suivantes vous semblent vraies (V) ou fausses (F).

Affirmations	Réponses (V/F)
1- Pour maintenir un objet en mouvement, il faut nécessairement lui appliquer une force.	
2- Pour qu'un caddie, que l'on pousse dans les allées du magasin, roule de plus en plus vite, il faut le pousser de plus en plus fort.	
3- Une voiture est à l'arrêt parce qu'aucune force n'agit sur elle.	
4- Une fusée lancée dans l'espace où aucune force n'agit sur elle a besoin d'une force constante produite par son réacteur pour assurer son mouvement.	
5- Sur une surface plane horizontale, sans forces extérieures, une bille en mouvement finira forcément par ralentir puis s'arrêter.	
6- Quand un joueur de tennis renvoie une balle à son adversaire, la force exercée par la raquette sur la balle lors de l'impact avec celle-ci, continue à agir sur la balle pour la maintenir en mouvement.	

Situation d'apprentissage 2

Objectif : Identifier les préconceptions des élèves par rapport à l'adhérence force-vitesse.

On pousse brièvement une voiture jouet en bas d'un plan incliné de manière à la faire monter le long de la pente (voir dessin). Après avoir lâché la voiture, celle-ci monte seule le long de la pente (de X vers Y), atteint son plus haut point (Y) puis redescend (de Y vers X). Les frottements entre les roues de la voiture et le plan incliné sont si faibles que l'on peut les ignorer.



On considère les 3 situations suivantes :

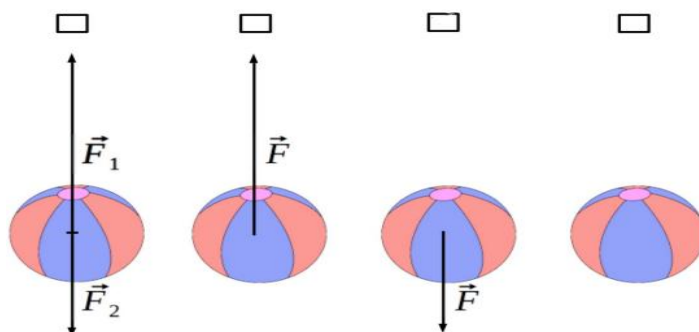
Situation	choix
1- Après avoir été poussée, la voiture monte seule le long de la rampe (de X vers Y)	
2- La voiture atteint son point le plus haut (Y)	
3- Après avoir atteint le sommet, la voiture redescend le long de la rampe (de Y vers X).	

Pour chaque situation, choisissez, parmi les propositions suivantes (A à G) laquelle décrit le mieux la force résultante agissant sur la voiture jouet. Indiquez votre réponse (A, B, C, D, E, F ou G) ci-dessus, devant la situation décrite (1, 2 et 3).

- A. La force résultante est constante et dirigée vers le bas de la rampe.
- B. La force résultante augmente (son intensité augmente) et est dirigée vers le bas de la rampe.
- C. La force résultante diminue (son intensité diminue) et dirigée vers le bas de la rampe.
- D. La force résultante est nulle.
- E. La force résultante est constante et dirigée vers le haut de la rampe.
- F. La force résultante augmente (son intensité augmente) et est dirigée vers le haut de la rampe.
- G. La force résultante diminue (son intensité diminue) et dirigée vers le haut de la rampe.

Situation d'apprentissage 3

Un enfant lance une balle verticalement vers le haut. Quelle est la situation correcte concernant la ou les forces agissant sur la balle lorsqu'elle monte ? (Cochez la bonne réponse)



Objectif : Identifier les préconceptions des élèves par rapport à la notion d'impétus.

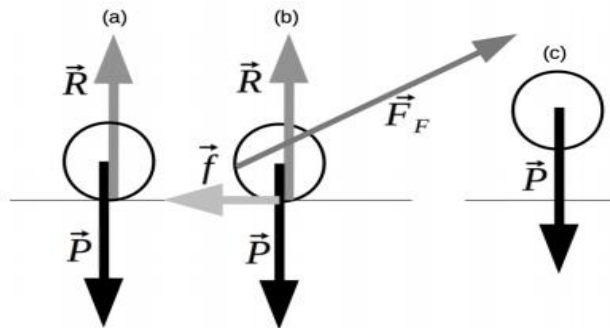
Situation d'apprentissage 4

Objectif : Identifier les préconceptions des élèves par rapport à la notion d'impétus.

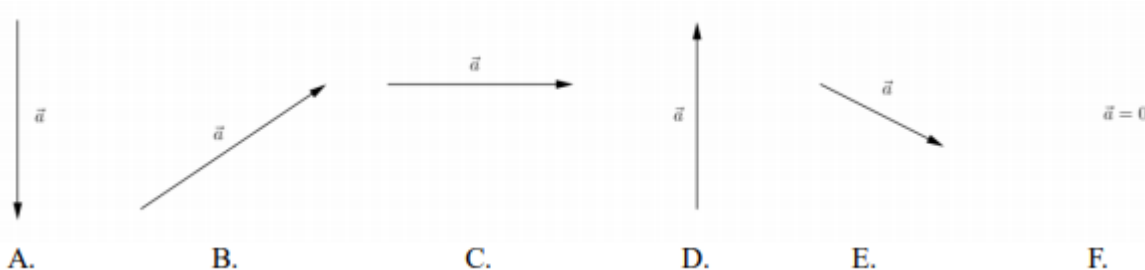
Voici une balle de golf avant, pendant et après l'impact.



1. Représentez directement sur les photos par un vecteur la ou les forces qui agissent sur la balle pour chaque situation.



2. Choisissez parmi les 6 vecteurs dessinés ci-dessous celui qui représente l'accélération de la balle à chaque situation.



Situation	choix
Avant impact	
Pendant l'impact	
Après l'impact	

Données : Correspondances entre les questions et les préconceptions :

Le tableau 1 ci-dessous présente les correspondances entre les questions et les préconceptions visées :

Question	Préconception visée
Exercice 1	
1.	Mouvement → force
2.	Vitesse ∝ force
3.	Repos → Aucune force n'agit
4.	Mouvement → force
5.	Mouvement → force
6.	Notion d'impétus
Exercice 2	
1.2. et 3.	Impétus et mouvement → force (force toujours orientée dans le sens du mouvement)
Exercice 3	Impétus
Exercice 4	Mouvement → force

Tableau 1 : Correspondance entre les questions du tableau et les préconceptions visées.

Solution de l'activité.2

1.2. Analyse des résultats :

La figure 1 présente le pourcentage de réponses justes obtenu en fonction de l'option spécifique choisi au collège :

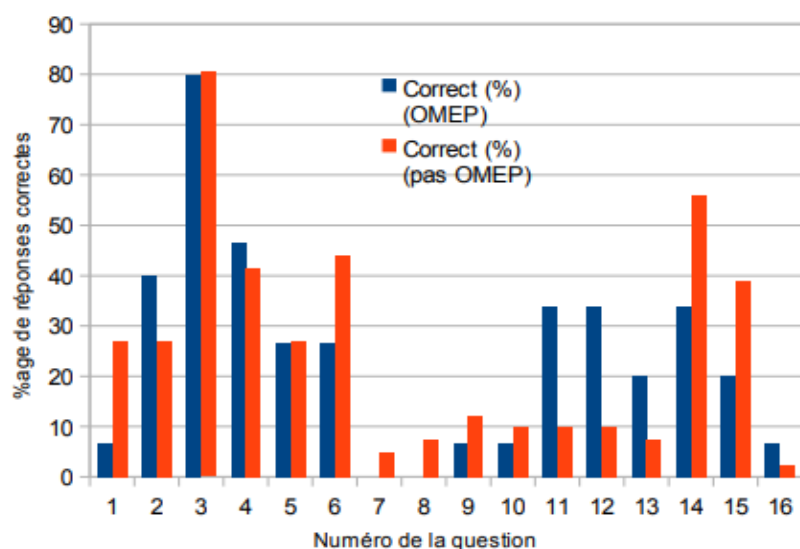


Figure 1: Pourcentage de réponses justes obtenu en fonction de l'option spécifique choisie au collège

Comme résultats, seules 25% des réponses sont correctes alors que 71% des réponses sont incorrectes et 4% des réponses sont restés sans réponses. Ces résultats sont en accord avec ceux publiés dans la littérature (Viennot, 2006 ; Coppens, 2007).

Le tableau ci-dessous présente les difficultés rencontrées par les élèves vis-à-vis de chaque situation :

Situation	Difficultés rencontrées par les élèves
Situation 1	Dans l'esprit des élèves, il ne peut y avoir de mouvement sans qu'une force soit appliquée.
Situation 2	Les élèves considèrent que lorsqu'un objet est en mouvement continu, la force qui agit sur lui est toujours dans le sens du mouvement.
Situation 3	Dans l'esprit des élèves, lorsqu'on lance un ballon vers le haut, deux forces agissent sur lui, le poids vers le bas et une force d'impétus vers le haut pour le faire avancer vers le haut.
Situation 4	Notion d'impétus, car 90% parmi eux ont dans l'esprit qu'une force de poussée exercée par le club golf sur une balle de golf en vol continue d'agir sans contact.

1.3. Discussions des résultats :

Le questionnaire a permis d'une part de confirmer les préconceptions attendues chez les élèves et d'autre part d'évaluer l'impact des enseignements dispensés dans les classes inférieures. Comme résultat, on peut dire que les préconceptions sont résistantes à l'apprentissage et persistent en général malgré celui-ci.

2. Phase II : Changement conceptuel :

2.1- Séquence sur le principe d'inertie-Activité « curling » :

a- Objectif :

Amener les élèves à annoncer le principe d'inertie par eux-mêmes, de manière à les amener à mettre en question leurs préconceptions. Autrement dit, de la conception initiale erronée à la conception Newtonienne (pas de force s'il n'y a pas d'accélération).

Le schéma du changement conceptuel visé (Dykstra, 1992) est présenté dans la figure 2 :

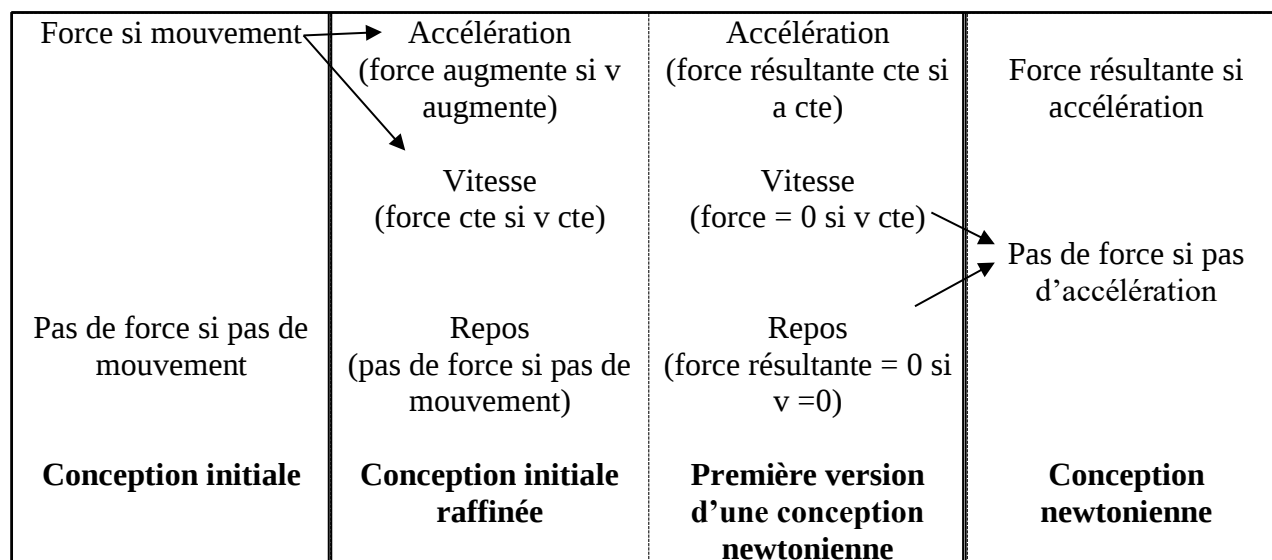


Figure 2 : Schéma du changement conceptuel visé (Dykstra, 1992)

b- Outil didactique utilisé :

Vidéo qui montre le mouvement d'une pierre de curling (extrait de la finale féminine des derniers championnats de monde entre la Suisse et le Canada).



c- Méthodologie :

Population : Deux classes de première année durant une période de cours, la première comporte 20 élèves (J.D) et la deuxième comporte 18 élèves (A.A).

- ✓ Soumettre aux élèves la question «Un corps soumis à des forces qui se compensent peut-il se déplacer ?
- ✓ Les amener à confronter leur 1^{ière} réponse intuitive et erronée vers la réponse correcte qu'ils doivent formuler eux-mêmes en analysant le mouvement d'un corps (pierre de curling) grâce aux outils dont ils disposent déjà (cinématique et l'inventaire des forces).
- ✓ Visionnage de la vidéo suivi d'une activité divisée en quatre étapes :
 - 1- Identification des différentes phases du mouvement de la pierre.
 - 2- Analyse du mouvement en termes de forces pour chaque phase.
 - 3- Analyse du mouvement de la pierre sans frottement.
 - 4- Enoncé du principe d'inertie.
- ✓ Les interventions et le guidage de l'enseignant varient selon les réactions et comportement des élèves face à la tâche.
- ✓ Les séances d'enseignement ont été observées et analysées par deux enseignants ainsi que leur praticien formateur.
- ✓ Quelques modifications ont été apportées entre les deux séances et d'autres ont été envisagées.

d- Analyse des séquences dispensées :

➤ Déroulement de la première séance d'enseignement (J.D) :

- ✓ Présentation de la question : Un corps peut-il être en mouvement sans être soumis à des forces ?

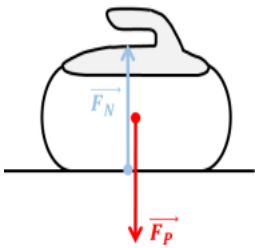
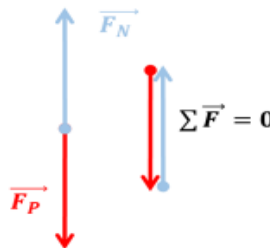
Quatre ou cinq élèves ont répondu par l'affirmation ce qui confirme les résultats du questionnaire.

- ✓ Enonciation de la réponse exacte par l'enseignant sans plus d'explication.
- ✓ Présentation des résultats du questionnaire pour montrer aux élèves de l'option OMEP (Option Mathématiques et Physique) que leur performance était comparable aux résultats de leurs camarades

qui découvrent la mécanique pour la 1^{ière} fois, afin de les pousser à s'impliquer d'avantage dans le débat et l'activité qui suit.

- ✓ Une fois la réponse correcte donnée, une discussion s'est engagée sur la formulation de la question pour justifier leur réponse erronée. Sauf qu'il s'est avéré que certains élèves ont toujours une confusion sur deux points :
 - 1- Une situation où aucune force n'agit est équivalente à une situation où les forces se compensent.
 - 2- La distinction entre « être en mouvement » et « être mis en mouvement ».
- ✓ Le débat a permis de préciser le cadre d'application du principe d'inertie, sauf qu'il y a eu une perte de temps par rapport à la planification et donc une reformulation plus précise de la question été planifiée pour la 2^{ème} séquence.
- ✓ Introduction de l'activité « curling » dont l'objectif était de comprendre comment Galilée était arrivé à cette conclusion.
- ✓ Organisation de l'activité : Les élèves travaillent seuls sur l'analyse du mouvement phase par phase en mettant les résultats en commun entre chaque phase.

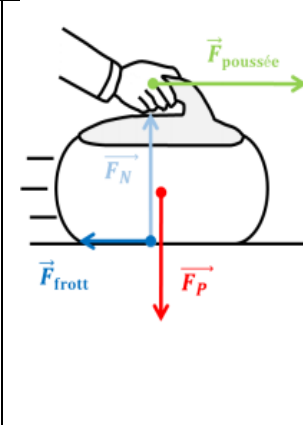
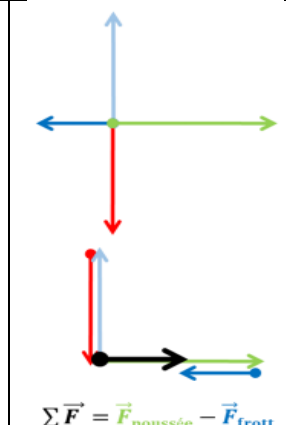
→ **Phase 1 : L'attente.**

Situation	Représentation des forces sur le schéma	Représentation de la force résultante	Vitesse	Trajectoire
			Nulle $V=0$	Aucun repos

Remarques : De longues minutes perdues en guidant un petit groupe de quatre élèves sur l'inventaire des forces sachant que la mise en commun qui a suivi, a montré que cette analyse ne présentait pas de difficultés majeures pour le reste de la classe.

→ **Phase 2 : La poussée.**

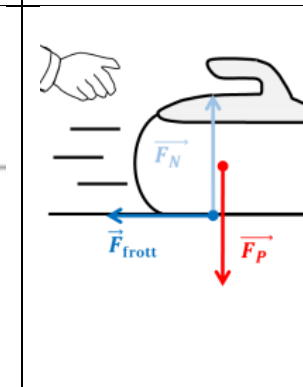
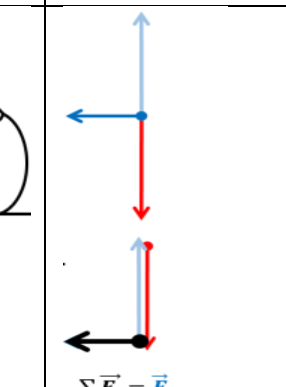
Situation	Représentation des forces sur le schéma	Représentation de la force résultante	Vitesse	Trajectoire
-----------	---	---------------------------------------	---------	-------------

			Augmente	Rectiligne (Dans le sens de $\Sigma \vec{F}$)
---	---	--	----------	---

Remarques :

- Bonne identification de la force de poussée par les élèves.
- Intervention de l'enseignant pour guider les élèves à trouver la force de frottement.
- Les élèves reconnaissent facilement l'accélération de la pierre.
- Les élèves concluent que la résultante des forces était non nulle et dans le sens du mouvement.

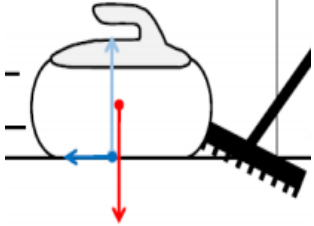
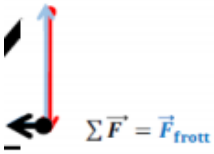
→ Phase 3 : Du lâcher jusqu'à l'arrêt.

Situation	Représentation des forces sur le schéma	Représentation de la force résultante	Vitesse	Trajectoire
			Diminue	Rectiligne (Dans le sens opposé à $\Sigma \vec{F}$)

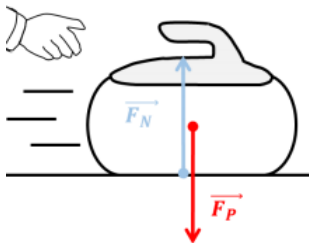
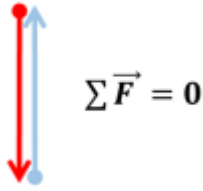
Remarques :

- Identification correcte des différentes forces par la majorité des élèves.
- Invocation de la force de poussée par plusieurs élèves pour expliquer le mouvement de la pierre vers l'avant (impétus).
- L'enseignant a mené une discussion visant à corriger l'erreur abordée, qui a rencontré une résistance par les élèves mais qui ont fini par être convaincu.
- L'enseignant n'était pas très satisfait de sa démarche qui selon lui reste superficielle et approximative.

→ Phase supplémentaire : Balayage.

Situation	Représentation des forces sur le schéma	Représentation de la force résultante	Vitesse	Trajectoire
Balayage			Diminue mais moins vite	Rectiligne (Dans le sens opposé à $\sum \vec{F}$)

→ Que se passerait-il sans frottement ?

Situation	Représentation des forces sur le schéma	Représentation de la force résultante	Vitesse	Trajectoire
Que se passerait-il sans frottement ?			Constante	Reste rectiligne

Remarque :

- les élèves concluent facilement que la vitesse de la pierre serait constante, en considérant les causes de l'accélération de la pierre et de son ralentissement précédemment décrites.
- Le professeur utilisa une bille pour montrer aux élèves que quelque soit le mouvement de sa main avant de la lâcher, sa trajectoire serait toujours rectiligne.
 - ✓ L'enseignant rappelle aux élèves qu'ils ont réuni tous les éléments pour répondre à la question initiale « un corps peut-il être en mouvement sans qu'il soit soumis à des forces ? »
 - ✓ Suite à l'insuffisance du temps, l'enseignant a conclu la séquence en résumant les quatre observations au tableau en énonçant oralement le principe d'inertie et en leur communiquant les exercices à faire pour la séance prochaine.

Le principe d'inertie (1^{ère} loi de Newton) :

« Si un corps est soumis à des forces qui se compensent, il persévère dans son état de repos s'il était au repos, ou de mouvement rectiligne uniforme s'il était en mouvement. »

Soit : $\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \text{MRU ou repos.}$

Observations et remarques vis-à-vis le déroulement de la séance :

- ✓ Adhésion de la globalité de la classe à l'activité qui leur était proposée.
- ✓ L'ambiance du travail n'était pas optimale.
- ✓ La démarche adoptée consiste à laisser les élèves réfléchir et s'exprimer le plus possible, ce qui a permis de soulever de nombreuses questions et d'y répondre dans une certaine mesure sauf qu'il y a eu une perte de temps.
- ✓ Les deux enseignants et leur praticien formateur ont discuté et sortis avec quelques modifications pour l'organisation de la séance destinée à la classe du second enseignant (A.A).

➤ Deuxième enseignement de la séquence (A.A) :

- ✓ Après la modification, la question posée est la suivante: Quel est le mouvement d'un corps soumis à des forces de résultante nulle ?
- ✓ L'enseignant laisse quelques minutes aux élèves pour compléter les phases 2 et 3 eux-mêmes après avoir fait ensemble la phase 1 à titre d'exemple.
- ✓ Vu qu'il y avait moins de questions posées par les élèves, il a été possible de suivre le timing de la planification qui ne devait pas dépasser 45 minutes et d'aboutir au principe d'inertie.
- ✓ L'introduction de la séquence était similaire au 1^{er} enseignement.
- ✓ Après avoir visionné la vidéo, les phases ont été rapidement mises en évidence par les élèves.
- ✓ Le 3^{ème} point de cette démarche « Que se passerait-il sans force de frottement ? » a été rapidement compris.
- ✓ En dernier lieu, le principe d'inertie a été écrit au tableau noir.
- ✓ Un petit Quiz reprenant les « vrai/faux » du pré-test a été rédigé, mais il n'a pas été utilisé lors de la séquence vu l'insuffisance du temps.

3. Phase d'évaluation :**a. Evaluation formative**

Trois situations ont été soumises aux élèves en guise d'évaluation formative :

Situation d'évaluation1 :

Dans chacune des situations décrites on s'intéresse au mouvement de translation d'un objet ou d'un personnage supposé indéformable dans le référentiel terrestre. D'après chaque description du mouvement vous devez pouvoir dire si l'objet ou le personnage sont soumis ou non à un ensemble de forces qui se compensent :

Description du mouvement	Réponse
--------------------------	---------

a- Un skieur descend une piste rectiligne, sa vitesse augmente de 2 m/s toutes les secondes.	
b- Un skieur remonte une piste grâce au « tire-fesse » qui le tracte en ligne droite à vitesse constante.	
c- Une voiture décrit un virage à la vitesse de 80 km/h.	
d- Un palet de hockey sur glace décrit une trajectoire rectiligne à vitesse constante.	

Objectif : *S'assurer de la compréhension de l'adhérence force-vitesse par les élèves.*

Résultats : Cet exercice n'a pas posé de problèmes particuliers dans les deux classes, en plus que la majorité des élèves a su répondre correctement.

Situation d'évaluation2 :

Situation	Question	Réponse
a) Lors du tournage d'un film, un cascadeur se place sur le toit d'une voiture et s'y accroche de son mieux. La voiture démarre vivement.	Qu'arrive-t-il au cascadeur ? Pourquoi ?	Situation a :
b) Le cascadeur est sur le toit de la voiture qui roule en ligne droite et à vitesse constante. Le conducteur freine vivement.		Situation b :

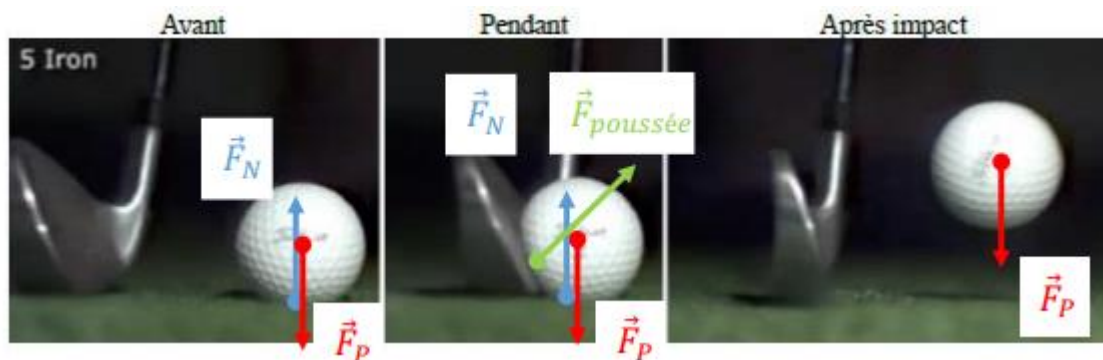
Objectif : *Insister plus particulièrement sur le concept d'inertie en tant que résistance au changement de vitesse et faire prendre conscience aux élèves que le principe d'inertie s'applique dans la vie courante.*

Description : C'est une application plus déguisée du principe d'inertie, vu qu'aucune information sur la vitesse ou l'accélération n'est mentionnée.

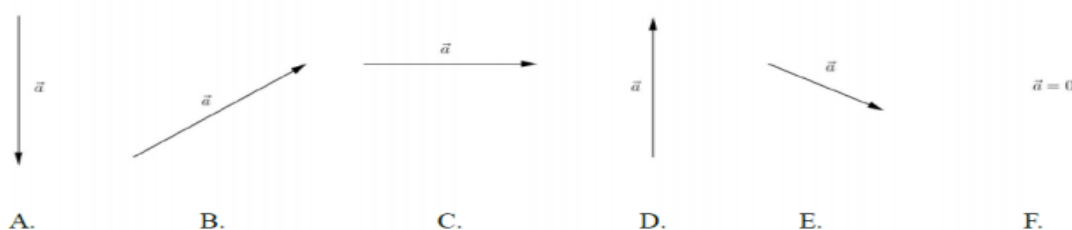
Résultat : Les élèves n'ont pas réussi à trouver la réponse par eux-mêmes et l'enseignant a dû guider précautionneusement les élèves vers la réponse.

Situation d'évaluation3 :

Voici une balle de golf avant, pendant et après l'impact.



- a) Représentez directement sur les photos par un vecteur la ou les forces qui agissent sur la balle pour chaque situation.
- b) Choisissez parmi les 6 vecteurs dessinés ci-dessous celui qui représente l'accélération de la balle à chaque situation.



Objectif : *S'assurer que les élèves n'ont plus un problème avec la notion d'impétus.*

Résultat :

- ✓ Question A résolue avec succès par la majorité des élèves, d'où la notion d'impétus qui était très présente dans les réponses au questionnaire diagnostique n'était plus ou très peu évoquée par les élèves.
- ✓ Pour la question B ; certains élèves ont eu des doutes quant à l'accélération de la balle après l'impact, ce qui a demandé un guidage de l'enseignant en pointant sur la relation reliant le poids et la masse.
- ✓ Insuffisance du temps qui a empêché l'introduction de la 2^{ème} loi de Newton.

b. Evaluation sommative :

Proposée pour l'une des classes (J.D), comportant trois situations :

Situation d'évaluation sommative1 :

Pour les différentes situations décrites ci-dessous, indiquez si les forces se compensent (entourez la réponse correcte : oui ou non) et justifiez votre réponse (en appliquant le principe d'inertie).

Situation	Les forces se compensent-elles ?		Justification
	Oui	Non	
Un garçon qui glisse sur une surface plane suivant un mouvement rectiligne uniforme.			

Un vélo qui prend un virage à vitesse constante.			
Une fusée qui décolle à la verticale.			
Un skieur qui descend une pente en ligne droite et en accélérant.			
Un hélicoptère qui s'élève verticalement en ligne droite à vitesse constante.			

Objectif : *Vérifier que les élèves ont compris le principe d'inertie et savent l'appliquer dans des situations simples.*

Résultat :

- ✓ 70% de la classe a répondu correctement à toutes les questions.
- ✓ L'erreur la plus courante chez les 30% qui restent porte sur la 2^{ème} question. Ils n'ont pas su identifier le changement de la direction comme le résultat d'une force non équilibrée.

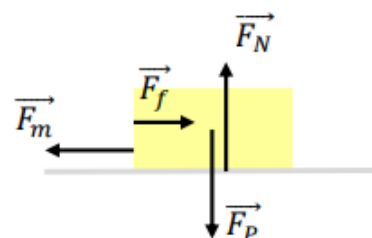
Situation d'évaluation sommative 2 :

Vrai/Faux : Attention une mauvaise réponse annule une bonne réponse

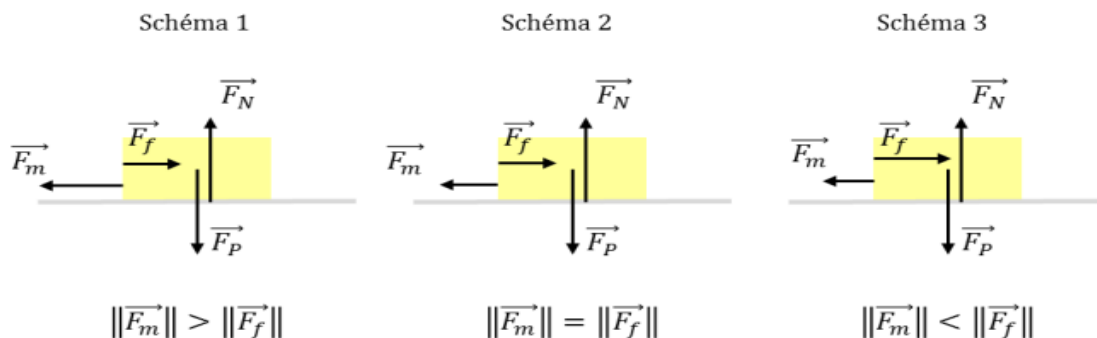
Le conducteur d'un véhicule roule en ligne droite sur une autoroute horizontale à vitesse constante $v = 100$ km/h. A un moment donné, il débraye c'est à dire que le moteur n'entraîne plus les roues motrices (le véhicule est alors en 'roues libres'). Il constate alors que sa vitesse diminue.

Pour comprendre cette diminution de vitesse, il dessine le schéma suivant dans lequel la voiture est représentée par un rectangle coloré et précise que :

- $\vec{F}_m$: la force motrice (exercée par le sol sur les roues motrices)
- $\vec{F}_f$: la force de frottement totale
- $\vec{F}_N$: la force normale (exercée par le sol sur les roues)
- $\vec{F}_P$: le poids de la voiture



a) Sur les schémas 1, 2 et 3 ci-dessous, on considère trois valeurs différentes de la force motrice.



Propositions	Vrai	Faux
- Pour rouler à vitesse constante, la valeur de la force motrice doit être supérieure à la valeur de la force de frottement.		
- Le schéma 2 correspond au véhicule qui avance à vitesse constante.		
- Les schémas 1, 2 et 3 correspondent au véhicule en mouvement dont le moteur est débrayé.		
- la seule force qui tend à empêcher le mouvement est $\vec{F}_f$.		

b) On considère le schéma suivant. Vrai ou Faux:

Schéma	Propositions	Vrai	Faux
	- le schéma correspond au véhicule à l'arrêt.		
	- le schéma correspond au véhicule qui roule à vitesse constante.		
	- le schéma correspond au véhicule qui ralentit		
	- le schéma correspond au véhicule en mouvement dont le moteur est débrayé		

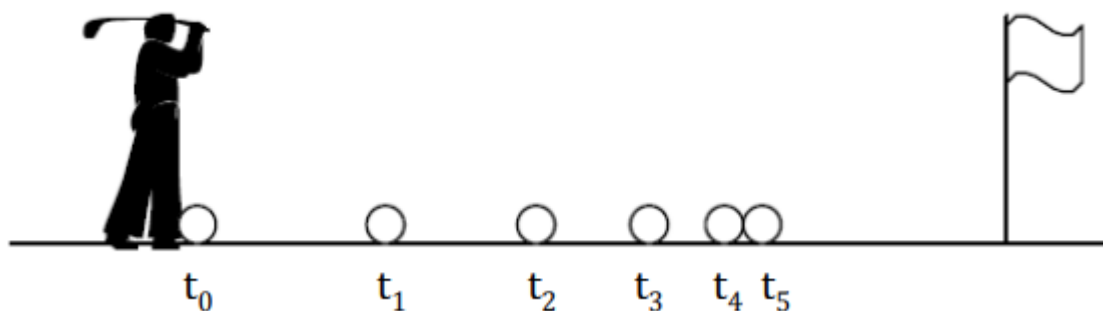
Objectif : Analyser des diagrammes de forces s'appliquant à un camion afin d'en déduire la nature de son mouvement.

Résultat :

- ✓ Seule 50% des réponses sont justes.
- ✓ Des réponses contradictoires au sein d'une même question.
- ✓ Les élèves ont des difficultés à dresser un bilan des forces lorsque le système étudié est en mouvement.

Situation d'évaluation sommative 3 :

Voici la photographie d'un tir de golf (les cercles représentent la position de la balle de golf à intervalles de temps réguliers)



Le golfeur a manqué son coup. Aidez-le à comprendre pourquoi la balle s'est arrêtée juste avant le trou.

- Examinez le schéma et déduisez-en la nature du mouvement de la balle de golf ?
- Comment varie la vitesse de la balle ?
- La balle est-elle soumise à des forces qui se compensent ? Pourquoi ?
- Quelles sont les forces qui s'appliquent sur la balle de golf ? Représentez-les sur le schéma (pour la position t1)

Objectif : Identifier le mouvement d'une balle à partir d'une chronophotographie, et d'en déduire si les forces qui s'exercent sur celle-ci se compensent puis les représenter.

Résultat :

- ✓ La 1^{ière} partie n'a pas posé de problème et presque tous les élèves ont déterminé correctement la nature du mouvement de la balle et ont déduit que les forces se compensent.
- ✓ Plus de 30% entre eux ont repris la théorie d'impétus.
- ✓ La notion intuitive d'impétus est restée profondément ancrée chez un grand nombre d'élèves.

Les résultats de l'évaluation sommative étaient généralement satisfaisants, avec un taux de réussite de plus de 70% sur l'ensemble des trois situations, alors que la question d'un véritable retournement conceptuel reste posée.

Conclusion :

L'objectif de ce travail était de renverser les préconceptions les plus répandues chez les élèves sur la mécanique Newtonienne.

Une recherche bibliographique a été menée pour prendre connaissance des préconceptions les plus répandues, ces dernières ont été mises en évidence en les soumettant aux élèves sous forme d'un questionnaire à visée diagnostique. Les résultats obtenus ont confirmé que les élèves ont les mêmes conceptions que leurs condisciples.

Pour remédier à ce problème, une séquence d'enseignement a été élaborée utilisant une situation mobilisante qui vise à amener les élèves sur la notion du principe d'inertie. Au cours de la séquence, divers moyens didactiques ont été utilisés (Vidéo, présentation PowerPoint, tableau noir) ce qui a augmenté la motivation des élèves et les a rendu acteurs de la leçon qui a duré 45 minutes.

Comme résultats, le principe d'inertie et son application à des cas simples semblent être acquis par les élèves, sauf qu'il n'est pas sûr qu'un véritable changement conceptuel ait eu lieu.

Dans plusieurs phases, des parties planifiées n'ont pas pu être présentées vu l'insuffisance de temps, ce qui montre qu'il fallait consacrer plus de temps à ce travail.

Activités et solutions : conceptions des élèves identifications et remédiations sur le concept concentration

- **Difficultés d'apprentissage du concept de concentration en chimie**
- **Impact de remédiations impliquant des conflits cognitifs.**

Introduction :

Plusieurs études, dans des différentes disciplines, ont montré que les conceptions naïves représentent des obstacles devant le processus d'apprentissage. La concentration d'un soluté est un concept central intervenant durant tout le cursus scolaire en chimie. Pourtant la conception experte transposée à l'école est parfois inadéquate avec la conception que l'élève s'est construite.

De véritables obstacles s'opposent à la familiarisation de l'apprenant avec le concept central en chimie malgré le fait qu'en Belgique francophone son apprentissage est introduit dès le début de l'enseignement de la chimie.

La présente communication propose les remédiations conçues pour deux erreurs récurrentes.

I- Eclairage théorique sur le concept concentration :

- Selon Christian et Denise Orange (2013), le cerveau contient un bagage de préconceptions qui constituent de réels obstacles à l'apprentissage.
- D'après Vosniadou (1992), les conceptions des élèves font partie d'un référentiel théorique cohérent dans lequel ils chercheront à inscrire les nouveaux apprentissages.
- Par contre diSessa (2008), voit que les élèves ne formulent pas leurs conceptions à partir de théories bien élaborées, mais à partir d'habitudes interprétatives intuitives et élémentaire (p-prims).
- Selon Astolfi et al., (2008), pour permettre à l'apprenant de modifier sa conception erronée en conception experte, un conflit cognitif doit avoir lieu et c'est lui qui permettrait le changement conceptuel.
- Houde, (2004) ; Potvin, (2011) ; Masson, (2012) disent qu'il ne s'agirait pas « d'effacer » les réseaux neuronaux en place, mais d'apprendre à inhiber ceux menant à la formulation de réponses inappropriées et activer ceux conduisant à la conception experte.

II- Problématique de la séquence :

Afin de monter à l'apprenant le chemin pour arriver à la conception experte, le didacticien doit étudier les erreurs commises par les apprenants puisqu'elles sont le témoin des écarts entre la conception de l'élève et la conception experte à laquelle l'apprenant doit aboutir.

- Sur la base des erreurs commises par l'apprenant et de leurs origines, quelles activités de remédiation concevoir de façon à créer chez lui un conflit cognitif ?
- Leur mise en œuvre permet-elle d'amener les apprenants à une conception plus experte du concept de la concentration chimique ?

III- Méthodologie de la séquence :

1. Phase diagnostique

- Population élèves** du secondaire.
- Objectif :** *Evaluation des connaissances et des processus acquis par les élèves sur le concept de la concentration chimique, afin de mettre en évidence les principales erreurs commises par les apprenants qui utilisent ce dernier.*
- Outil didactique :** Evaluation diagnostique sous forme d'un questionnaire.

2. Phase d'auto-évaluation

- Population :** 13 élèves.
 - Objectif :** Mettre en évidence les dysfonctionnements à l'origine de deux erreurs commises :
 - La concentration n'est pas comprise comme une proportion.
 - Le volume considéré n'est pas celui de la solution.
- 3. Outil d'auto-évaluation :** Un questionnaire à proposition multiple et à choix unique (Willame et Snauwaert, 2015, p.203-205) et une grille de correction que l'élève remplit lui-même (ibid., p.196) en plus d'un entretien d'explication.

4. Phase de remédiation :

- Population :** Echantillon élèves.
- Objectif :** *Provoquer chez l'apprenant un conflit perspectivo-cognitif qui l'oblige à remettre en question sa conception erronée et provoquer un changement conceptuel.*
- Outil didactique :** L'outil d'auto-évaluation plus une activité de remédiation conçue pour chacune des deux erreurs suivies du calcul de la fréquence des conflits cognitifs ayant abouti à la conception experte.

IV- Phase post-remédiation :

- a. **Population** : Echantillon élèves.
- b. **Objectif** : Mesurer l'augmentation de la fréquence des réponses correctes.
- c. **Outil didactique** : Des questionnaires similaires à ceux posés lors de l'auto-évaluation avec des valeurs différentes.

V- Les activités de remédiation :

1- Remédiation 1 à l'erreur « la concentration n'est pas comprise comme une proportion » :

a. Problèmes rencontrés par les élèves à partir de la phase diagnostique :

37/70 des élèves de l'échantillon étudié ne considèrent pas la concentration comme un rapport. Plusieurs confondent entre la concentration en soluté et la quantité de matière du soluté.

b. Objectif :

Permettre à l'apprenant de se rendre compte que la concentration correspond à une proportion de soluté dans un volume de solution et ceci en créant chez lui un conflit perceptivo-cognitif l'obligeant à modifier sa conception erronée.

c. Outil didactique :

Une application interactive permettant de créer virtuellement une solution aqueuse et d'en connaître à tout moment la concentration.

d. Situation d'apprentissage :

Nous avons un récipient relié à deux robinets, le premier l'alimente en eau à laquelle on ajoute un soluté, et le deuxième permet la vidange de la solution (Voir figure 1) :

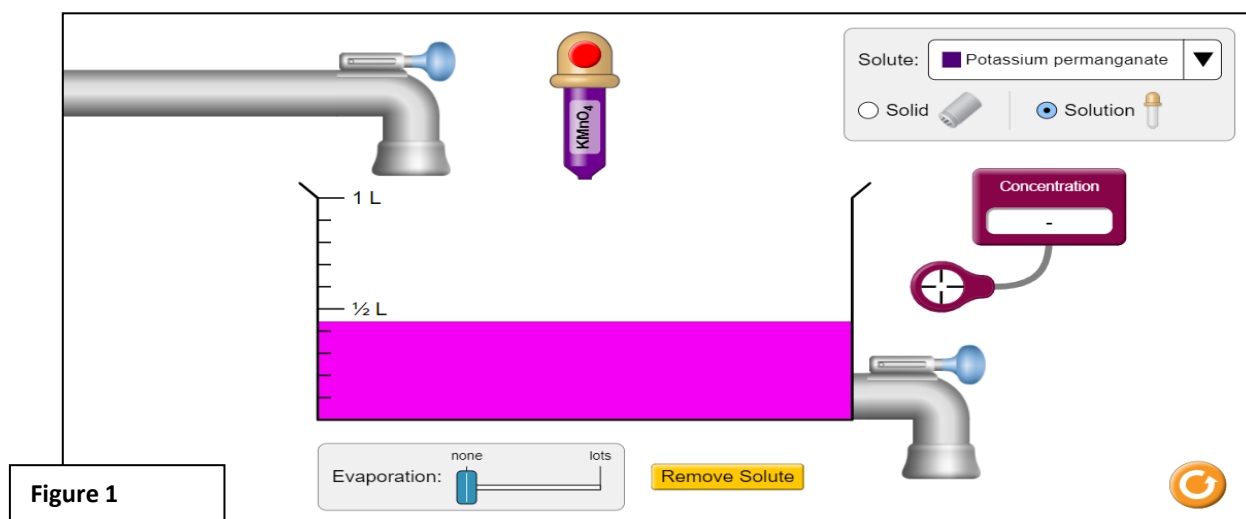
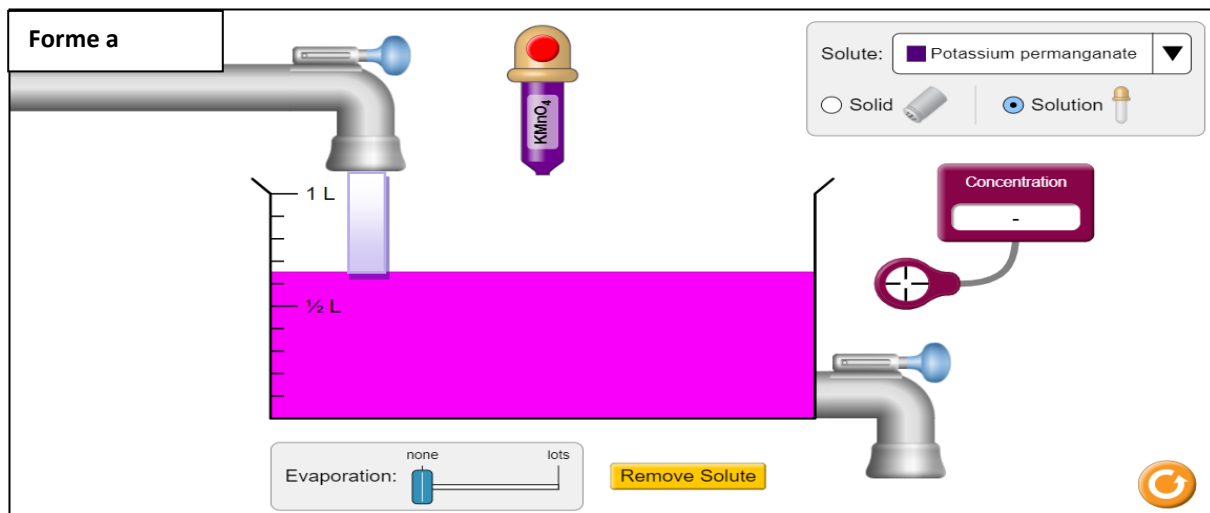


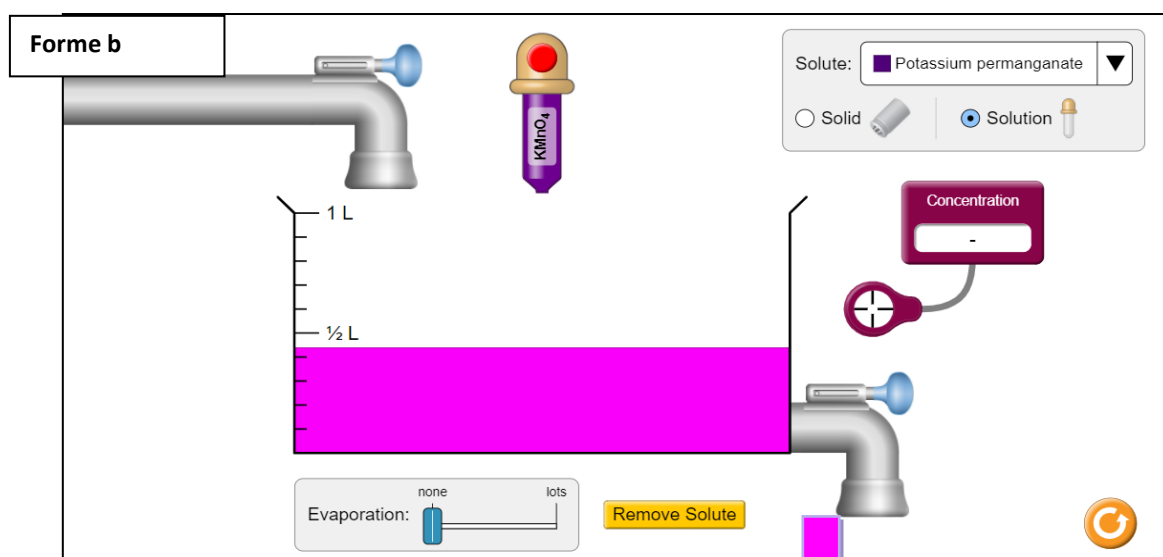
Figure 1

On propose trois situations :

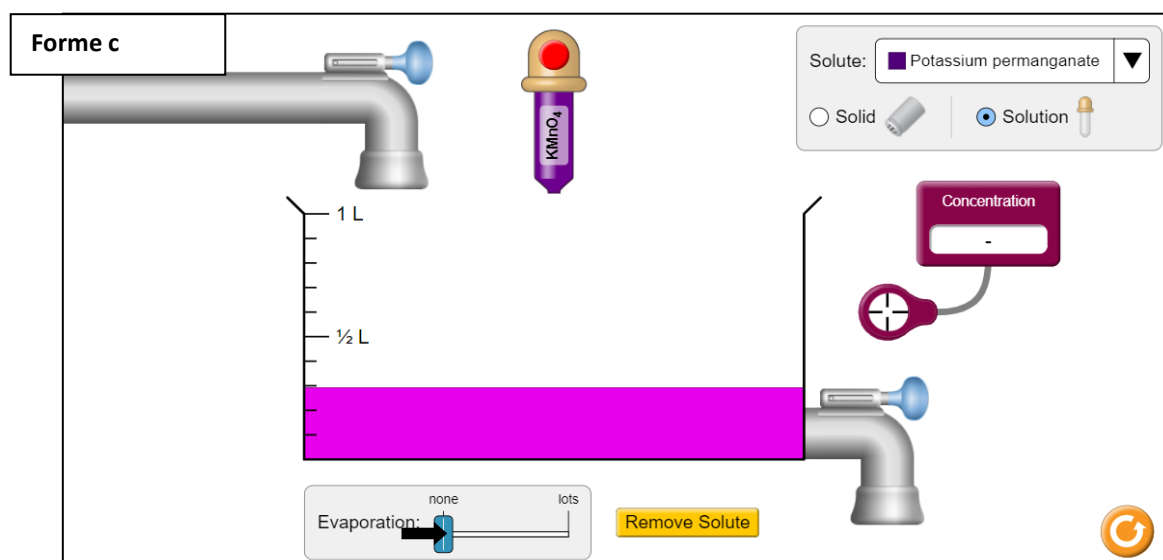
- **Situation 1** : Ajout du solvant (Forme a)



- **Situation 2** : La vidange d'une partie de la solution (Forme b)



- **Situation 3** : L'évaporation du solvant (Forme c)



1. Prévoyez la valeur de la concentration en soluté pour chacune des situations.

2. Réalisez la manipulation puis assurez-vous des résultats prévus.
3. Explicitiez par écrit la conception à laquelle vous aboutissez.

2- Remédiation 2 à l'erreur « Le volume considéré n'est pas celui de solution » :

a- Problèmes rencontrés par les élèves à partir de la phase diagnostique :

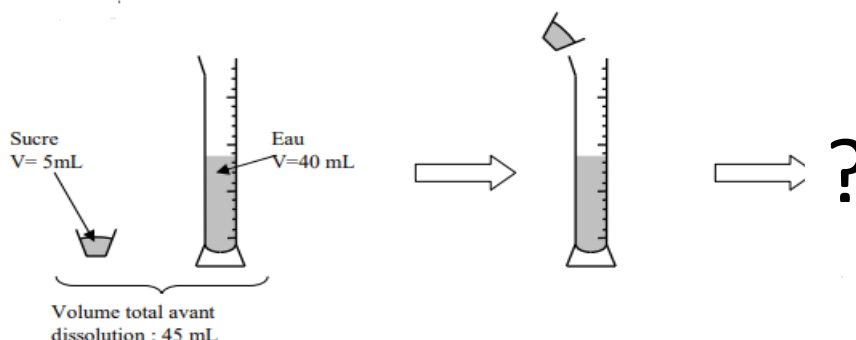
21% des élèves de l'échantillon étudié considèrent, pour le calcul de la concentration en soluté, le volume du solvant et non pas de la solution.

b- Objectif :

Idem à la première remédiation, l'objectif dans la présente est de confronter la prévision de l'apprenant avec son observation dans le but de le réaliser chez lui un conflit perceptivo-cognitif.

e. Situation d'apprentissage :

On prend un tube à essai contenant un volume $V = 40\text{ mL}$ d'eau, et un récipient contenant un volume $V = 5\text{ mL}$ de sucre ; puis on verse le sucre dans le tube à essai :



- 1- Prévoyez ce que va devenir le niveau de la solution suite à l'ajout du sucre dans l'eau.
- 2- Réalisez la manipulation puis comparez les résultats obtenus avec les résultats prévus.
- 3- Que déduisez-vous ?

3. Résultats :

1- Remédiation 1 :

- 12/40 élèves évalués répondent de façon erronée à au moins 3 questions, d'après les résultats de l'auto-évaluation.
- La première remédiation a été proposée et ses résultats sont rassemblés dans le tableau 1 :

Ajout de solvant	Vidange de la moitié de solution	Evaporation de solvant
5 prévisions incorrectes (42%)	5 prévisions incorrectes (42%)	7 prévisions incorrectes (58%)
3 conflits cognitifs positifs (60%)	5 conflits cognitifs positifs (100%)	4 conflits cognitifs positifs (57%)
1 conflit cognitif non explicité		2 conflits cognitifs non explicités
1 conflit cognitif non abouti		1 conflit cognitif non abouti

Tableau 1 : Fréquences de conflits cognitifs provoqués par la remédiation 1

- Un test post-remédiation a été proposé aux 12 élèves dont les résultats sont regroupés dans le tableau 2 :

Questions	Fréquence d'erreurs avant remédiation	Fréquence de réponses correctes après remédiation	
Q1	9/12	7/9	78%
Q6	11/12	8/11	73%
Q10	4/12	$\frac{3}{4}$	75%
Q15	9/12	7/9	78%

Tableau 2 : Résultats des tests post-remédiation 1

2- Remédiation 2 :

- 26/40 élèves évalués répondent de façon erronée à au moins 2 questions, d'après les résultats de l'auto-évaluation.
- La 2^{ème} remédiation a été proposée et le nombre et la fréquence d'élèves par catégories de réponse et de conflits cognitifs ayant aboutis sont présentés dans le tableau 3 :

« Le niveau de solution reste identique »	« Le niveau de solution monte » (réponse correcte)	« Le niveau de solution baisse »
20 élèves (77%)	5 élèves (19%)	1 élève (4%)
17 conflits cognitifs positifs (85%) 2 conflits cognitifs non explicités 1 conflit cognitif non abouti		1 conflit cognitif positif (100%)

Tableau 3 : Prévisions et fréquences des conflits cognitifs - Remédiation 2

- Un test post-remédiation a été proposé aux 26 apprenants et les résultats sont regroupés dans le tableau 4 :

Questions	Fréquence d'erreurs avant remédiation	Fréquence de réponses correctes après remédiation	
Q1	17/26	14/17	82%
Q4	14/26	8/14	57%
Q9	26/26	4/26	15%
Q13	20/26	8/20	40%

Tableau 4 : Résultats des tests post-remédiation 2

4. Discussion et perspective :

L'objectif du présent travail était de déclencher chez l'apprenant un conflit perceptivo-cognitif, en confrontant ses conceptions naïves à l'expérimentation afin d'évoquer chez lui un changement conceptuel.

Des conflits cognitifs positifs ont été provoqués chez la plupart des apprenants en difficulté suite aux remédiations créées. En plus de l'augmentation de la fréquence des réponses correctes à des questions nécessitant d'utiliser la conception experte.

En contre partie, tous les apprenants n'ont pas répondu pas correctement aux questions post-remédiation malgré le conflit cognitif positif. Cet échec serait lié à un défaut d'inhibition d'une heuristique erronée.

Comme perspective, une suite à chacune des remédiations étudiées sera proposée en y ajoutant une approche métacognitive centrée sur le contrôle inhibiteur des conceptions erronées. De plus, des tests sur les apprentissages à l'inhibition chez des élèves du primaire (Lubin et al., 2012) pourraient être considéré pour vérifier leur performance dans le cadre de l'apprentissage du concept de la concentration chimique.

Bibliographie :

- Astolfi, J.-P (1997). Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies, De Boeck Université.
- Arnaud, Aguzzi. José, Dintinger. Le principe d'inertie et les préconceptions des élèves : une séquence d'enseignement. Mémoire de Master, hep, Lausanne, Juin 2015.
- Bacon, R. (1266). Opus majus.
- Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. Paris, Vrin.
- Dykstra, D. I., Boyle, C. F. , Monarch, I. A. (1992). "Studying conceptual change in learning physics." Science Education 76(6): 615-652.
- Piaget, J. (1975). L'équilibration des structures cognitives, problème central de développement. Etudes d'épistémologie génétique XXXIII, P.U.F., Paris
- Meirieu, P. (1987). Guide méthodologique pour l'élaboration d'une situation- problème, In Apprendre... oui, mais comment, ESF, Paris, 165- 180.
- Verhaeghe, J.-C., Wolfs, J.-L., Simon, X., Compère, D. (2004). Pratiquer l'épistémologie, un manuel d'initiation pour les maîtres et formateurs, De Boeck Supérieur.
- Viennot, L. (2006). Raisonner en physique. La part du sens commun. Bruxelles, De Boeck (3ième tirage).
- Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. Paris, Vrin. Didactique, Viennot, L. (sous la dir.). (2008). Épistémologie et histoire des sciences, Penser l'enseignement. Collection : Science, histoire et société, Presses Universitaires de France.
- diSessa, A. A. (1993). Misconceptions Reconceived: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition. Journal of the Learning Sciences 3(2).
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. Science education, 66(2), 211-227.
- Giordan, A. & Vecchi, G. (1988). Les Origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. Revue française de pédagogie Année 84 pp. 95-97
Samuel Johsua, Jean-Jacques Dupin, Initiation à la didactique des sciences et des mathématiques, PUF, Paris 1993
- Chi, Michelene T. H. (1992) Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. In Giere (Ed.) (1992), 129-186.
- Balacheff N. (1999) Apprendre la preuve. In: Sallantin J., Szczeciniarz J. J. (eds.) Le concept de preuve à la lumière de l'intelligence artificielle (pp.197-236). Paris: PUF.
- Tiberghien, A. et Vince, J. (2005). Etude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. Cahiers du Français Contemporain, 2005, 10, pp.153-176.

- Giordan A. & Martinand J.-L. (Éd.) (1987). Modèles et Simulation. Actes des IX^e Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Paris : UER de didactique des disciplines, université Denis-Diderot-Paris 7.
- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. & Toussaint, J. (2008). Mots-clés de la didactique des sciences (2^e éd.). Bruxelles : De Boeck.
- diSessa, A. A. (2008). A Bird's-Eye View of the "Pieces" vs. "Coherence" Controversy (From the "Pieces" Side of the Fence). In S. Vosniadou (Ed.), International Handbook of Research on Conceptual Change (pp.35-60). New York : Routledge.
- Houdé, O. (2004). La psychologie de l'enfant (6^e éd.). Paris : Presses Universitaires de France.
- Masson, S. (2012). Etude des mécanismes cérébraux liés à l'expertise scientifique en électricité à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. Thèse en didactique des sciences, Service des bibliothèques, Université de Montréal, Québec. En ligne <http://www.archipel.uqam.ca/4876/1/D2287.pdf>
- Orange, C. & Orange-Ravachol, D. (2013). Le concept de représentation en didactique des sciences : sa nécessaire composante épistémologique et ses conséquences. Recherches en éducation, 17, 46-61.
- Potvin, P. (2011). Manuel d'enseignement des sciences et de la technologie : pour intéresser les élèves du secondaire, 207-225. Québec : Multi Mondes.