



## La problématisation, lors de l'enseignement de Sciences Physiques et Chimiques basé sur la Démarche d'Investigation, réalisée par les étudiants de l'Ecole Normale Supérieure

Faly Tinasoa ANDRIANANDRASANIRINA, Emmanuel RAMIANDRISOA

GOUVSOMU-LIDIE – Ecole Normale Supérieure de l'Université de Fianarantsoa (Madagascar), PE2Di-ED3S – Université d'Antananarivo (Madagascar).

**Résumé :** La démarche d'investigation (DI) est une des démarches d'enseignement/apprentissage qui vise à impliquer les apprenants dans leur propre apprentissage, notamment durant les séances de sciences physiques et chimiques (SPC) (IFADEM, 2024). Mais la mise en œuvre de cette DI ne serait pas toujours évidente (Marlot et Morge, 2016). Une des étapes clés de la DI est la phase de problématisation menée par les élèves (Orange, 2007) qui ne serait également pas facile à identifier. Cet article cherche à élucider, les difficultés des élèves lors de l'appropriation du problème et les différents paramètres à prendre en compte lors de la phase de problématisation. Pour ce faire, il a été mené une observation des activités réalisées par des étudiants en Master durant une séance de travaux pratiques - cours basée sur la mise en œuvre de la DI en SPC. Cette méthode cherche à faire soulever particulièrement la manière de problématiser, dans différents groupes d'étudiants, les situations initiales proposées par l'enseignant. Malgré le niveau très inférieur des situations initiales proposées par rapport aux connaissances des étudiants, ces derniers ont de difficultés à formuler des questionnements permettant d'émettre des hypothèses correspondantes aux situations-problèmes. Cela se voit par la présentation des problématiques floues ne répondant pas aux résultats visés par la séance. Les connaissances étoffées des étudiants ne sont pas la seule condition pour pouvoir problématiser une situation conduisant à l'investigation. D'autres paramètres tels que les moyens disponibles et les résultats d'apprentissage attendus devraient être à imaginer avant de se lancer dans ce processus.

**Mots-clés:** Sciences physiques et chimiques, enseignement/apprentissage, Problématisation, étudiant, moyens disponibles, Démarches d'investigation, problématisation, résultats d'apprentissage attendus.

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.16276099>

### 1 Introduction

Pour façonner des scientifiques par le biais de l'enseignement des sciences à l'école, il est primordial de faire participer les apprenants dans le processus de construction de leurs connaissances (Piaget, 1964). La démarche d'investigation (DI) est une des démarches d'enseignement/apprentissage qui vise à impliquer les élèves dans leur

propre apprentissage, notamment durant les séances de sciences physiques et chimiques (IFADEM – Comores, 2024).

La démarche d'investigation place les élèves dans un système d'actions qui les conduisent à agir et à identifier, à comprendre et à exprimer jusqu'à un niveau formel les connaissances qu'ils mettent en jeu (Ramiandrisoa, 2022). Les savoirs sont institutionnalisés par une mise en perspective de ces connaissances avec des savoirs constitués antérieurement. L'enseignant invite alors les élèves à se rendre responsables de l'appropriation de ces savoirs (Brousseau, 1998).

La problématisation menée par les élèves fait partie d'une des étapes clés de la DI (Roy, Pache et Gremaud, 2017). Dans le cadre d'une approche par investigation, les élèves sont amenés à soulever des questions à partir d'une situation-problème tirée de leur environnement immédiat. Lors du choix des mises en situation visant la problématisation, on se demande si les élèves possèdent les savoirs nécessaires qui leur permettent d'élaborer le problème qu'on souhaite leur faire construire ; et on s'interroge aussi si les élèves vont comprendre ce problème dans le même sens que l'on le vise par les intentions pédagogiques (Gobert, 2010). En effet, ce qui constitue un problème scientifique pour le chercheur ou pour l'enseignant ne l'est pas nécessairement pour les élèves.

La mise en œuvre de la démarche d'investigation ne serait pas toujours évidente (Marlot et Morge, 2016) ; il en est de même pour la phase de problématisation. Cet article cherche à élucider, les difficultés de l'appropriation du problème par les élèves et les différents paramètres à prendre en compte lors de la phase de problématisation.

## 2 Problématique

Les démarches d'investigation, dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, font appel à un cadre de référence constructiviste (IFADEM-Comores, 2024). Selon les textes officiels (Duclos, 2006 ; MEN français, 2008), les démarches d'investigation sont composées principalement de sept moments clés, ce sont : i) le choix d'une situation-problème par le professeur ; ii) la problématisation qui consiste à énoncer un problème à résoudre, un phénomène dont on cherche à comprendre le mécanisme ; iii) l'élaboration des hypothèses qui conduit à définir la stratégie (protocole) de recherche où les hypothèses constituent a priori une réponse à un problème, à une question ou à un phénomène observé alors qu'une conception initiale tient plus de l'opinion ou de la croyance de l'élève ; iv) la mise en œuvre de la stratégie qui est l'investigation conduite par les élèves ; v) l'échange argumenté visant à confronter les faits recherchés et les faits découverts, ou les résultats prévus et les résultats obtenus ; vi) l'acquisition et structuration des connaissances qui sont la phase de construction et institutionnalisation du savoir acquis ; et enfin, vii) la mobilisation des compétences (savoir, savoir-faire et attitudes) acquises.

Une des étapes clés de la DI d'investigation est la phase de problématisation. Cette étape permet d'engager les élèves dans une activité d'investigation, de les motiver dans une recherche de réponses (Gobert et Lhoste, 2011). Après un moment de conflit cognitif ou socio-cognitif, une phase de problématisation se termine par une question. En effet, la problématisation relève d'une modélisation didactique des apprentissages construite à la fois pour comprendre les processus de conceptualisation et permettre, en retour, d'envisager de nouveaux possibles pédagogiques et didactiques. Le processus de problématisation essaie de rendre compte de la recherche de l'inconnu en se questionnant et en s'appuyant sur le connu (Lhoste et Peterfalvi, 2009).

C'est sur la base de ces savoirs (le connu) que l'observation peut conduire à la construction d'un problème scientifique et à la formulation de questions pertinentes.

Selon Morge et Marlot (2016), la problématisation requiert avant tout une situation-problème permettant aux apprenants de formuler du questionnement, c'est-à-dire d'identifier un problème à résoudre. En effet, une mise en situation porteuse d'une problématisation dans le contexte d'une DI, ne se limite pas à introduire un thème où à piquer la curiosité des élèves ; celle-ci doit déboucher sur un problème, dont l'étude conduit à des apprentissages bien ciblés en sciences ; les problèmes rencontrés dans la vie de tous les jours ne sont pas toujours de « bons » problèmes scientifiques ; elle doit tenir compte des représentations et des apprentissages antérieurs des élèves, tout en leur permettant de constater que leurs connaissances ne sont pas suffisantes pour comprendre le problème retenu ou, du moins, qu'ils ont besoin de prouver sur la base de faits que ces connaissances soient validées ; elle doit s'appuyer sur les postulats et les théories en sciences (à construire progressivement avec les élèves) et se distancier de la pensée de sens commun ; et enfin cette mise en situation conduit à un problème qui pose un défi raisonnable.

La prise en compte de tous ces paramètres rend difficile la mise en œuvre de phase de problématisation ; alors que c'est-à-partir de ce stade que découle le processus d'investigation réalisé par les apprenants durant leur apprentissage.

Lors d'une séance basée sur la DI, il est presque impossible de mener les activités d'investigation si les élèves n'arrivent pas à formuler du questionnement qui leur permet de proposer les hypothèses conduisant à l'investigation proprement dite. Quelles exigences doit-on tenir compte du côté de l'enseignant et du côté des apprenants pour faciliter l'appropriation du problème par les apprenants ? D'un côté, la capacité des enseignants à concevoir, à déclencher la situation initiale inspirée de l'environnement immédiat des apprenants, faisable avec les matériels disponibles et à faire émerger les conceptions initiales de ces derniers leur aident à problématiser. De l'autre côté, la capacité des apprenants à formuler du questionnement répondant aux résultats d'apprentissages visés par le thème étudié.

Avant de tester ces affirmations, nous allons parler d'abord le cadre théorique de notre recherche.

### 3 Cadre de références théoriques

Cette recherche se focalise sur la problématisation en sciences, notamment lors de l'enseignement/apprentissage de SPC basé sur la DI.

La problématisation joue un rôle déterminant dans la construction des problèmes durant les apprentissages scientifiques. En effet, l'activité scientifique exige comme moyen la construction de problème pour s'accéder à la connaissance scientifique qui est nécessairement en rupture avec la connaissance commune. Cette transformation de la nature des connaissances est autorisée par l'accès aux raisons conduisant à la construction des savoirs scientifiques (scolaires ou experts). Mais il est important de réintroduire la question dès la prise en charge des obstacles dans le processus de problématisation, car l'enseignement de savoirs scientifiques problématisés s'oppose par nature à l'inertie des obstacles (Peterfalvi, 2006).

Selon Orange (2007), le processus de problématisation peut être décrit comme la construction des conditions de possibilité des solutions explicatives d'un problème. Autrement dit, la problématisation peut s'exécuter à partir d'un problème explicatif perçu, par exploration critique des solutions possibles (Orange, 2007). Durant la phase de problématisation, pour les sciences expérimentales, se réalise une construction qui articule un registre empirique (*i.e.* celui des faits provenant d'observations ou d'expériences) et un domaine où s'élabore le registre des modèles (*i.e.* le registre des explications construites pour rendre compte des faits jugés pertinents pour le problème travaillé). Pour faciliter l'articulation de ces deux modèles, l'intervention en permanence du registre explicatif (*i.e.* le cadre épistémique) est impérative (Orange, 2012).

La problématisation est donc un processus tridimensionnel impliquant position, construction et résolution de problème (Orange, 2007). Ces trois dimensions fortement liées se jouent dans l'activité d'apprentissage des sciences basé sur la démarche d'investigation et vont impactées sur l'efficacité de la mise en œuvre de la DI.

Explicitons maintenant les caractéristiques de ces différentes dimensions de la problématisation dans les sciences expérimentales et selon Gobert et Lhoste (2011).

Tout d'abord, la position du problème. Celle-ci correspond à la perception et à la prise en charge du problème par les élèves, c'est-à-dire une situation d'enseignement/apprentissage dans un cadre scolaire permet aux élèves de poser le problème et de mener une discussion critique par rapport à ce problème.

Des obstacles peuvent être survenus et ont une fonction importante par rapport à cette dimension de la problématisation. Autrement dit, le problème ne serait pas apparu sans la connaissance des idées-obstacles permettant d'identifier l'obstacle et l'incohérence perçue. La formulation du problème peut correspondre ainsi à la formulation de ces incompatibilités et de l'intention de les faire disparaître.

La deuxième dimension est la construction de problème. Lors d'une activité de construction de problème, les conceptions des élèves partent d'un registre empirique qui fait généralement référence à des faits empiriquement ou se rapprochent occasionnellement à registre des modèles.

C'est dans ce même registre des modèles que les élèves commencent à construire des contraintes théoriques. Ces contraintes sont des idées qui peuvent servir d'appui ou de point de départ au problème et sont inscrites dans un raisonnement des élèves.

Après identification des contraintes, la troisième dimension du processus apparaît, c'est-à-dire la résolution du problème.

La construction du problème participe de la délimitation des possibles qui ne sont que les solutions réalisables. Et la mise à l'épreuve des solutions possibles correspond à la résolution du problème.

Ces trois dimensions dans le processus de problématisation sont aussi identifiables dans la démarche d'investigation. En effet, la DI est une démarche pédagogique qui peut offrir des situations permettant la construction de savoirs problématisés et se légitime dans le désir d'apprendre aux élèves à faire et à appréhender la science en mettant un regard particulier sur les pratiques sociales de référence des scientifiques (Gobert et Lhoste, 2011).

Le tableau ci-après nous permet de comprendre la mise en relation entre la DI et la problématisation.

**Tableau 1.** Démarche d'investigation et problématisation

Démarche d'investigation	Nature de l'activité que les élèves devraient pouvoir mettre en œuvre / processus de problématisation
Le choix d'une situation-problème (par le professeur) ;	
L'appropriation du problème par les élèves	Position, construction du problème
La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ;	Construction du problème
L'investigation ou la résolution de problème conduite par les élèves ;	Résolution du problème
L'échange argumenté autour des propositions élaborées ;	Position, construction, résolution du problème
L'acquisition et la structuration des connaissances (sous la conduite du professeur) ;	Résolution du problème
La mobilisation des connaissances	

Source: Gobert et Lhoste (2011)

D'après ce tableau n°1, le processus de problématisation ne s'arrête seulement pas dans la phase de problématisation. En effet, chaque étape des activités réalisées par les élèves contient en partie ou en totalité les trois dimensions du processus de problématisation. A savoir, durant la problématisation de la DI, les élèves mettent en œuvre les démentions ci-après : d'abord, i) la position et la construction du problème ; ensuite ii) lors de l'élaboration des hypothèses, ils construisent le problème ; après, iii) pendant l'investigation et l'acquisition de connaissances, ils résolvent le problème ; et enfin, iv) au moment de l'échange argumenté, les élèves mettent en pratique les trois dimensions, c'est-à-dire la position, la construction et la résolution du problème.

Entrons maintenant dans le paragraphe suivant la méthodologie pour répondre à notre problématique de recherche évoquée dans le paragraphe précédent (cf. §-2, p.3).

#### 4 Méthodologie

Pour mener notre recherche, adoptons l'approche utilisée par Rouquet (2018). Cette approche commence par une collecte des conceptions initiales des apprenants ; puis l'introduction des situations suivie de l'expérimentation ; et enfin la méthode d'analyse et du traitement des données.

A part ces différentes étapes citées précédemment, il a été pris en compte également la définition de l'échantillonnage. Cela permet de donner des informations supplémentaires sur la classe, les apprenants et aussi sur les thèmes traités durant l'expérimentation.

##### 4.1.1 Echantillonnage

L'expérimentation a été réalisée dans une classe de Master 2 au niveau de l'établissement universitaire qui vise à former des futurs enseignants au secondaire à Madagascar.

Cette classe a été tenue par un enseignant qui est à la fois le chercheur.

Les apprenants étaient donc des étudiants en Master 2 et à la fois élèves-maîtres, âgés de 22 à 26 ans. Leur effectif total est de 73 qui se répartissent en six groupes dont les nombres d'étudiants par groupe varient de 10 à 16.

La séance d'expérimentation n'était qu'une seule séance des travaux pratiques réalisée en salle de cours (ou TP-cours) de Sciences physiques et chimiques effectuée dans une salle de cours, mais les thèmes étudiés changent d'un groupe à l'autre.

Les outils utilisés étaient l'observation de classe (vidéo), les productions des étudiants.

Le tableau ci-après récapitule cet échantillonnage.

**Tableau 2.** Tableau récapitulatif de l'échantillonnage

Groupe	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4		Groupe 5	Groupe 6
Effectif	16	10	12	10		15	10
Thème étudié	flottabilité d'un solide	Circuit complexe (en série et/ou en dérivation)	Acide - base	Volume d'un solide de forme quelconque	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe	Circuit complexe (Loi des tensions et lois des intensités)	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe

D'après ce tableau n°2, il y avait cinq thèmes pour les six groupes d'étudiants. Remarquons que le thème sur le circuit complexe a été traité par les groupes 2 et le groupe 5. Cela va nous permettre de comparer les pratiques réalisées par ces deux groupes. De plus, le groupe n°4 travaille sur deux sujets différents : le premier est « le volume d'un solide de forme quelconque » qui est jugé par le chercheur trop facile à problématiser ; et « l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe ».

Une autre remarque est les écarts considérables entre les thèmes étudiés qui sont tous destinés aux élèves de classe au secondaire premier cycle et le niveau des étudiants qui sont en Master 2.

#### 4.1.2 Recueil des conceptions initiales des étudiants

Pour inciter les apprenants à problématiser, c'est-à-dire à procéder à la formulation du questionnement des apprenants, le travail de l'enseignant se concentre sur le guidage qui, éventuellement, permet les aider à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le champ scientifique et à favoriser l'amélioration de l'expression orale et écrite des apprenants.

L'enseignant doit orienter et justifier le choix des apprenants afin d'aboutir à questions productives et exploitables qui se prêtent à une démarche constructive en tenant compte les moyens disponibles (infrastructures, matériels et produits, ...), et qui permettent d'atteindre les résultats d'apprentissage attendus.

Une des préoccupations de l'enseignant est alors de faire émerger les conceptions initiales des apprenants, de les aider à confronter les conceptions divergences et de trouver le consensus pour favoriser l'appropriation du problème soulevé.

Bref, la formulation du questionnement des étudiants découle ainsi de l'émergence de leurs conceptions initiales et de la confrontation des représentations individuelles au sein du groupe, voire au niveau de la classe.

La problématisation peut consister à énoncer un problème à résoudre, un phénomène dont on cherche à comprendre le mécanisme.

Le paragraphe suivant développe ainsi les différentes situations-problèmes proposées par l'enseignant.

#### 4.1.3 Construction des situations-problèmes à présenter aux étudiants lors de la séance

Le tableau suivant résume les éléments constitutifs de la séance et les différentes situations-problèmes présentées et à traiter par chaque groupe.

**Tableau 3.** Eléments constitutifs de la séance et les différentes situations-problèmes présentées par l'enseignant

Groupe	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4		Groupe 5	Groupe 6
Thème étudié	flottabilité d'un solide	Circuit complexe (en série et/ou en dérivation)	Acide - base	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe	Volume d'un solide de forme quelconque	Circuit complexe (Loi des tensions et lois des intensités)	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe
Résultats attendus	Prédire la flottabilité d'un solide	Analyser les relations entre les intensités des courants traversant des portions d'un circuit complexe, les tensions à leurs bornes et les rôles de chaque composant électrique.	Se servir des indicateurs colorés pour distinguer les solutions acides, des solutions basiques et des solutions neutres.	Rétablir un équilibre d'un solide mobile autour d'un axe.	Mesurer le volume d'un solide de forme quelconque	- Prévoir le changement de l'intensité de courant électrique circulant dans les autres parties d'un circuit électrique en modifiant celle de ce qui circule dans une autre branche. - Prévoir le changement de la tension aux bornes du reste d'un circuit électrique en modifiant la tension aux bornes d'un composant	Rétablir un équilibre d'un solide mobile autour d'un axe.
Situation-Problème	<u>Matériels à utiliser</u> : Récipients gradués, balances, eau, cailloux, lièges, billes... Situation problème 1 : Un œuf de caille est plongé dans un liquide incolore (eau salée saturée de densité 1,6) contenu dans une éprouvette	<u>Matériels à utiliser</u> : Générateur, voltmètre, ampèremètre, rhéostat, fils de connexion, deux interrupteurs, trois lampes, un ampèremètre, un voltmètre. <u>Situation problème</u> :	<u>Matériels à utiliser</u> : Solutions d'acides, solution basiques, eau, indicateurs colorés... <u>Situation problème</u> : Présenter aux élèves différentes solutions acides,	<u>Matériels à utiliser</u> : Non indiqués <u>Situation problème</u> : Exposer aux élèves une porte mobile, autour d'un axe	<u>Matériels à utiliser</u> : Non indiqués Donner aux élèves différents objets de formes variées (formes géométriques particulières, somme ou soustraction de formes géométriques et	<u>Matériels à utiliser</u> : Générateur, voltmètre, ampèremètre, rhéostat, fils de connexion, deux interrupteurs, trois lampes, un ampèremètre, un voltmètre. <u>Situation problème</u> :	<u>Matériels à utiliser</u> : Non indiqués <u>Situation problème</u> : Exposer aux élèves une barre mobile, qui fait un mouvement pendulaire, autour d'un axe de rotation horizontal fixant sur

	<p>graduée, puis on verse peu à peu de l'eau. On observe qu'après avoir versé un certain volume d'eau, si on continue à verser de l'eau, l'œuf tombe au fond du récipient. Situation problème 2 : Un œuf de caille est plongé dans de l'eau contenu dans un bécher puis on verse dans l'eau du sel en poudre et remue le mélange. On observe qu'après une certaine quantité de sel versée, l'œuf quitte le fond du récipient et si on continue à verser de l'eau, l'œuf finit par flotter.</p>	<p>Montrer à toute la classe trois circuits électriques comprenant les mêmes composants : un générateur, deux interrupteurs, deux lampes et des fils de connexion. <i>Circuit 1</i> : les deux lampes L1 et L2 et l'interrupteur K sont montés en série <i>Circuit 2</i> : les deux lampes L1 et L2 sont montées en dérivation et l'interrupteur K se trouve dans le circuit principal <i>Circuit 3</i> : les deux lampes L1 et L2 sont montées en dérivation et l'interrupteur K est montée en série avec l'une des deux lampes (L1 ou L2)</p>	<p>neutres et basiques toutes incolore et y verser quelques gouttes d'indicateurs colorés.</p>	<p>(virtuel) de Paumelles. Demander à ces élèves les conditions d'équilibre de cette porte.</p>	<p>formes quelconques)</p>	<p>Montrer à toute la classe trois circuits électriques comprenant les mêmes composants : un générateur, deux interrupteurs, deux lampes et des fils de connexion. <i>Circuit 1</i> : les deux lampes L1 et L2 et l'interrupteur K sont montés en série <i>Circuit 2</i> : les deux lampes L1 et L2 sont montées en dérivation et l'interrupteur K se trouve dans le circuit principal <i>Circuit 3</i> : les deux lampes L1 et L2 sont montées en dérivation et l'interrupteur K est montée en série avec l'une des deux lampes (L1 ou L2)</p>	<p>l'une de ses extrémités. Demander à ces élèves les conditions d'équilibre de cette barre.</p>
--	--	---	--	---	----------------------------	---	--

Ce Tableau n°3 décrit les différentes situations-problèmes proposées par l'enseignant durant la séance de TP-cours en SPC basée sur la démarche d'investigation. Ces situations incitent les étudiants à problématiser et ensuite à mener une investigation expérimentale. Pour faciliter les tâches des étudiants, l'enseignant adjoint, à ces situations-problèmes inscrites dans le tableau des activités, les résultats d'apprentissages attendus et les matériels/produits disponibles pour expérimenter.

#### **4.1.4 Expérimentation à partir des situations proposées par l'enseignants**

La séance étudiée est une séance de TP-cours (Kane, 2012) où l'expérience réalisée principalement par les apprenants. Elle consiste à mettre en œuvre certains types de situations d'apprentissage, puis d'analyser le comportement des apprenants et d'évaluer les degrés d'apprentissage réalisés par ces derniers, par une observation multimodale, verbale, écrite et gestuelle.

Quel que soit le domaine étudié, les situations sont caractérisées par des activités particulières : résoudre un problème concret, travailler en groupe; produire le compte rendu de travail ; prendre position sur l'interprétation des effets observés ; avancer de propositions de plus en plus argumentées, plus raisonnées, en relation avec les situations étudiées ; et surtout dégager le fait que ces différents types de recherche viennent des étudiants qui ont des connaissances très avancées par rapport aux activités réalisées. Ces invariants sont des structures de base, des "référents pédagogiques", mais ceux-ci permettent constituer une grande variabilité en fonction de différents contextes. Les conditions étant toujours différentes, la préparation consiste surtout à envisager de multiples possibles, dont certains se réaliseront peut-être. Donc une grande variabilité quant aux séances effectives, allant dans le sens d'une professionnalisation du métier, s'écartant d'un travail d'exécution ou d'activité de routine. Les sujets d'études sont la flottabilité d'un solide, le circuit complexe (loi des tensions et lois des intensités), les solutions aqueuses acido – basiques, la recherche de volume d'un solide de forme quelconque et l'étude d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe.

#### **4.1.5 Analyse et traitement des données**

L'analyse est qualitative, en partie a posteriori. Une série d'indicateurs relatifs à l'action, à la verbalisation, aux comportements, aux interactions, aux productions écrites permet une catégorisation dont l'analyse comparative des différents groupes au fil de séance permet l'étude des apprentissages tant comportementaux que cognitifs. L'analyse des échanges non verbaux repose sur quelques invariants : existence ou non de gestes caractérisant telle ou telle "conception en acte", imitation sur un pair de ce type d'action, fréquence de ces gestes, et calibrage de ces différentes actions.

Les étapes d'activités qui font l'objet de cette analyse sont : la phase de Problématisation, l'élaboration d'hypothèse, l'investigation, les résultats de l'investigation et la discussion autour de ces résultats.

Ces différentes parties d'analyse permettent de faire apparaître les difficultés des apprenants lors de la mise en œuvre de la problématisation et de conduire à des pistes contribuant à améliorer les activités basées sur la problématisation à partir de la DI en SPC.

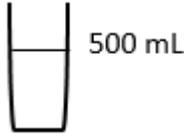
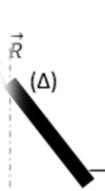
En effet, l'analyse porte sur le niveau de conceptualisation, sur la posture de recherche des apprenants, sur la gestion des coactions entre pairs, sur le niveau de raisonnement, et sur les corrélations entre ces différents facteurs. Afin d'exploiter les traces écrites dans l'apprentissage, il a été étudié également les différents éléments constitutifs et de progressions identifiés.

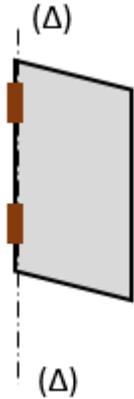
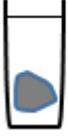
## **5 Quelques résultats**

Le tableau ci-après montre les principaux résultats de cette recherche.

Tableau 4. Principaux résultats de cette recherche.

Groupe	GRUPE 1	GRUPE 2	GRUPE 3	GRUPE 4		GRUPE 5	GRUPE 6
Effectif des étudiants	16	10	12	10		15	10
Thème étudié	flottabilité d'un solide	Circuit complexe (en série et/ou en dérivation)	Acide - base	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe	Volume d'un solide de forme quelconque	Circuit complexe (Loi des tensions et lois des intensités)	Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe
Problématisation	Quels sont les paramètres qui influencent la flottabilité d'un solide dans un liquide et comment peut-on déterminer si un solide flottera ou coulera ?	Comment est-il possible d'éclairer deux ou plusieurs ampoules à partir d'une source de tension pendant un temps limité ? Quel montage électrique qui consomme plus d'énergie.	Comment identifier qu'une solution est acide ou basique ?	A quel moment la force et le moment d'une force existent-ils? ou Nuls ?	Comment déterminer le volume d'un solide de forme quelconque ?	Comment se produit la tension du générateur entre les bornes des récepteurs montés en série et en dérivation ? Quelles sont les lois dans un circuit en série ? Quelles sont les lois dans un circuit en dérivation ? Ces lois sont-elles valables dans tous les circuits ?	Quelle est la condition d'équilibre de la barre fixée à l'extrémité d'un axe horizontal ?
Hypothèse	La flottabilité d'un solide dépend de la densité du solide et de la densité du liquide dans lequel il est plongé.	1- Les ampoules peuvent être bien éclairés pour une installation en parallèle, car les	Pour déterminer la nature de chaque solution en présence d'un indicateur coloré.	- Si $\vec{F}_1 \perp (\Delta)$ : Le moment existe - Si $\vec{F}_2 // (\Delta)$ : Le moment est nul	On va connaître le volume d'eau. On introduit le corps dans le volume connu. On trouve que le	Dans le circuit série : $I_1 = I_2 = I$ $U_1 + U_2 = U$	Négliger les forces extérieures appliquées sur le système $(\sum \vec{F}_{Ext.} = \vec{0})$ : $\sum \vec{M}(\vec{F}_{Ext.}) = 0$

	Autrement dit, si la densité du solide est inférieure à celle du liquide, alors le solide flottera, et si dans le cas contraire le solide coulera.	tentions pour chaque composante devrait être égale à celle de la source ; 2- Le montage électrique consommant plus d'énergie est le montage en parallèle, car la consommation de chaque composante est maximale.	Autrement dit, l'utilisation de l'IC permet d'identifier la nature d'une solution.	- Si $\vec{F}_3$ confondu sur l'axe de rotation ( $\Delta$ ), le moment est nul.	volume d'eau augmente.	Dans le circuit en // : $I_1 + I_2 = I$ $U = U_2 = U$	Avec : $\sum \vec{M} (\vec{F}_{Ext.})$ moment des forces extérieures.
<b>Investigation</b>	<b>Expérience</b> qui utilise les matériels suivants : Œufs (1), Eau (2L), Sel (400g), Récipient (2).	Expérience : Circuit 1 : Montage en série de deux lampes Circuit 2 : Montage en parallèle de deux lampes, mais l'interrupteur K est placé dans la branche principale. Circuit 3 : Montage en parallèle de deux lampes, mais l'interrupteur K (ouvert) est placé dans la	Activité de recherche : Expérimentation Matériels et produits utilisés : Verres transparents ; IC (papier contenant de codes de couleurs) ; Eau savonneuse ; Vinaigre ; Jus de curcuma ; Jus de betteraves ; Rouleau de papier pH. On prépare : 20 mL d'eau ; 20 mL de vinaigre ; 20 mL d'eau savonneuse.	Résolution du problème : Observation - Si on exerce sur une porte ouverte $\vec{F}_1 // (\Delta)$ : Celle-ci ne tourne pas. - Si on exerce sur une porte ouverte $\vec{F}_1 // (\Delta)$ : Celle-ci ne tourne pas. - Si on exerce sur cette porte une force $\vec{F}_3(\Delta)$ dont la droite d'actions est $\perp$ à l'axe : Celle-ci tourne.	Résolution du problème : On met un certain volume d'eau dans une bouteille graduée ; On relève le volume $V_1$ d'eau dans une bouteille.  Ici $V_1 = 500$ mL On met ensuite (délicatement)	Déroulement des activités : Dispositif de mesure : Faire le schématiser un circuit comportant : Un générateur ; fils de connexion ; deux lampes ; un interrupteur ; un voltmètre et un ampèremètre. Circuit 1 : Montage en série de deux lampes (L1 et L2) avec	Expérimentation :  Fig. 1  Fig. 2

		branche dérivée en L1.	Remplissons à moitié chaque verre avec l'indicateur fabriqué selon la préparation précédente. Puis, on verse quelques gouttes de jus de betteraves dans la première expérience chaque verre		<p>l'objet dont on veut connaître le volume. Le niveau d'eau monte et on relève alors le volume <math>V_2</math> d'eau qu'indique la bouteille.</p>  <p>Ici <math>V_2 = 900 \text{ mL}</math></p>	<p>l'interrupteur K. Circuit 2 : Montage en parallèle de deux lampes (L1 et L2), mais l'interrupteur K est placé dans le circuit principal. Circuit 3 : Montage en parallèle de deux lampes (L1 et L2), mais l'interrupteur K (ouvert) est placé dans la branche dérivée en L1.</p>	
--	--	------------------------	---	---	--	---	--

<p><b>Résultats</b></p>	<p>Etape 1 où on a plongé dans <math>\frac{1}{2}</math> L de l'eau salée (<math>d=1,6</math>) un œuf de poule : On observe que l'œuf flotte. Etape 2 : On a versé peu à peu, dans un récipient, de l'eau de robinet : On observe que l'œuf coule au fond du récipient Etape 3 : On verse, progressivement, dans l'eau précédente de poudre de sel : on observe que l'œuf flottera à nouveau.</p>	<p>C1 : <math>U(L1) + U(L2) = U</math> (Principale) <math>I(L1) = I(L2) = I</math> (Principal)  C2 : <math>U(L1) = U(L2) = U</math> (Principale) <math>I(L1) + I(L2) = I</math> (Principal)  C3 : <math>U(L2) = U</math> (Principale) <math>I(L1) = 0</math> et <math>I(L2) = I</math> (Principal)</p>	<p>Résultats : S1 : B : Rose ; C : Jaune poussin. S2 : B : Rose ; C : Jaune poussin. S3: B: Violet; C : Beige.</p>	<p>- Si on exerce sur une porte ouverte <math>\vec{F}_1 // (\Delta)</math> : Celle-ci ne tourne pas. - Si on exerce sur une porte ouverte <math>\vec{F}_1 // (\Delta)</math> : Celle-ci ne tourne pas. - Si on exerce sur cette porte une force <math>\vec{F}_3(\Delta)</math> dont la droite d'actions est <math>\perp</math> à l'axe <math>(\Delta)</math> : Celle-ci tourne.</p>	<p>Résultats :  Ici : <math>V_f = V_2 = 900</math> mL  <math>V_i = V_1 = 500</math> mL  Alors <math>V_s = 900</math> mL - 500 mL = 400 mL</p>		<p>Interprétation : Lorsque le solide est soumis à plusieurs forces extérieures : on a <math>\sum \vec{F}_{Ext.} \neq \vec{0}</math> (Fig.1) A l'équilibre, on a <math>\sum \vec{M}(\vec{F}_{Ext.}) = 0</math>, car <math>\vec{R}</math> passe par l'origine, <math>\vec{P}</math> est <math>\perp</math> à l'axe <math>(\Delta)</math> (Fig.2)</p>
<p><b>Discussion</b></p>	<p>D'après l'expérience qu'on a fait : un objet flotte ou bien coule dans un liquide en fonction de la masse volumique. <i>Est-ce cette condition est toujours valable quel que soit le solide ?</i></p>	<p>Notre hypothèse est vérifiée. Le circuit 2 : Les deux lampes sont bien éclairées pour C2. Mais la consommation d'énergie est maximale.</p>	<p>Le jus de betterave est l'IC qui donne la caractéristique d'un mélange La nature de solutions varie selon le degré d'acidité du liquide.</p>	<p>L'efficacité de la rotation dépend de l'intensité de la force et la position de la droite d'action par rapport à l'axe de rotation.</p>	<p>Conclusion : Si on fait l'expérience, on trouve que le résultat conforme identiquement à l'hypothèse.</p>	<p>Dans le circuit série : <math>I_1 = I_2 = I</math> <math>U_1 + U_2 = U</math>  Dans le circuit en // : <math>I_1 + I_2 = I</math> <math>U = U_2 = U</math></p>	<p>Conclusion : En négligeant les forces extérieures appliquées à un solide autour d'un axe, on la condition d'équilibre du système.</p>

Selon ce tableau n°4, les six groupes d'étudiants ont traité sept situations-problèmes, à savoir :

Pour le groupe n°1, les étudiants ont travaillé sur le thème concernant le « flottabilité d'un solide ». Pour traiter ce thème, ce groupe a problématisé la situation comme suit : « Quels sont les paramètres qui influencent la flottabilité d'un solide dans un liquide et comment peut-on déterminer si un solide flottera ou coulera ? ». Cela permet à ces étudiants de proposer l'hypothèse suivante : « la flottabilité d'un solide dépend de la densité du solide et de la densité du liquide dans lequel il est plongé ». Ensuite, ils ont effectué une expérience avec des matériels disponibles tels qu'un œuf, deux litres d'Eau, 400g de Sel de cuisine et deux récipients. A la fin de l'analyse de l'expérience, ils ont conclu qu'un objet flotte ou bien coule dans un liquide en fonction de la masse volumique, c'est-à-dire si la densité du solide est inférieure à celle du liquide, alors le solide flotte, et si dans le cas contraire le solide coule.

Pour le groupe n°2, les étudiants ont étudié le « le circuit complexe (en série et/ou en dérivation) ». Durant séance, ces étudiants ont formulé les questionnements suivants : i) « Comment est-il possible d'éclairer deux ou plusieurs ampoules à partir d'une source de tension pendant un temps limité ? ii) Quel montage électrique qui consomme plus d'énergie ? ». Pour répondre à ces questions, le groupe a effectué les activités suivantes : 1)- de l'élaboration d'hypothèses telle que « les ampoules peuvent être bien éclairés pour une installation en parallèle, car selon eux, les tensions pour chaque composante devrait être égale à celle de la source », « le montage électrique consommant plus d'énergie est le montage en parallèle, car pour ce groupe, la consommation de chaque composante est maximale » ; 2)- une Investigation expérimentale permettant de vérifier des hypothèses ; et 3)- une discussion aboutissant à corroborer par l'expérience les hypothèses initiales.

Le groupe n°3, a problématisé la situation par la question suivante : « Comment identifier qu'une solution est acide ou basique ? ». Cela leur pousse à vérifier l'hypothèse ci-après : « l'utilisation de l'indicateur coloré (IC) permet d'identifier la nature d'une solution ». Ensuite, les étudiants ont effectué leurs activités de recherche par le biais d'Expérimentation avec les matériels et produits utilisés, à savoir : les verres transparents ; de l'indicateur coloré (papier contenant de codes de couleurs), de l'eau savonneuse, de vinaigre, de jus de curcuma, de jus de betteraves et enfin de rouleau de papier pH. Ils ont conclu leur investigation par les affirmations justifiées suivantes : le jus de betterave est l'indicateur coloré qui donne la caractéristique d'un mélange ; la nature de solutions varie selon le degré d'acidité du liquide.

En ce qui concerne le cas du groupe n°4, il est à rappeler que les étudiants ont travaillé sur deux sujets : c'étaient « l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe » et « le volume d'un solide de forme quelconque ». Donc, les étudiants ont traité une après l'autre les problématiques suivantes : « A quel moment le moment d'une force existe-il ou Nulle ? » ; « Comment déterminer le volume d'un solide de forme quelconque ? ». Ensuite, ces étudiants ont mené deux investigations expérimentales pour résoudre un après l'autre ces deux problèmes et ont conclu que, pour la première question, « l'efficacité de la rotation dépend de l'intensité de la force et la position de la droite d'action par rapport à l'axe de rotation qui est une droite d'action virtuellement colinéaire aux deux paumelles fixées sur la porte » ; et pour la seconde question, « ils ont dit que le résultat conforme identiquement à l'hypothèse, c'est-à-dire le volume d'un solide de forme quelconque est le même à celui de l'eau surélevée ».

Pour le groupe n°5, les problématiques sont les suivantes : « Comment se produit la tension du générateur entre les bornes des récepteurs montés en série et en dérivation ? » ; « Quelles sont les lois dans un circuit en série ? » ; « Quelles sont les lois dans un circuit en dérivation ? » ; « Ces lois sont-elles valables dans tous les circuits ? ». Ensuite, ils ont avancé des hypothèses concernant les lois de tension et des intensités pour les deux variétés de montages. Après, le groupe a mené des investigations expérimentales et ont abouti à des conclusions qui confirment leurs hypothèses.

Quant au groupe n°6, le thème traité était l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe. Et pour pouvoir mener leur investigation, les étudiants ont avancé la question problématique suivante : « Quelle est la condition d'équilibre de la barre fixée à l'extrémité d'un axe horizontal ? ». Ensuite, pour résoudre cette problématique, ils ont proposé comme hypothèse l'affirmation ci-après : « Négliger les forces extérieures appliquées sur le système ( $\sum \vec{F}_{Ext.} = \vec{0}$ ) :  $\sum \vec{M}(\vec{F}_{Ext.}) = 0$  ; avec :  $\sum \vec{M}(\vec{F}_{Ext.})$  moment des forces extérieures ». Et après l'investigation expérimentale à l'aide de l'étude d'une barre en mouvement pendulaire, ces étudiants ont conclu que : « en négligeant les forces extérieures appliquées à un solide autour d'un axe, on obtient la condition d'équilibre du système ».

Après la présentation de ces résultats, le paragraphe suivant nous amène à une discussion par rapport à ces données issues de cette recherche.

## 6 Discussion

D'abord, il est à signaler la délicatesse d'entrer dans une description plus fine, car chaque cas est spécifique et relatif au concept en cause. On se contente ainsi de donner quelques exemples qui attirent particulièrement notre attention, avec illustrations de clichés extraits de vidéos, car ceux-ci peuvent correspondre aux objectifs de cette recherche.

Rappelons que les étudiants qui participent dans cette recherche ont des connaissances très avancées par rapport aux activités réalisées, c'est-à-dire les apprenants sont des étudiants qui visent à apprendre (en premier lieu) la mise en œuvre de l'approche basée sur les résultats d'apprentissage (ABRA) commençant à se dessiner progressivement aux programmes d'études à Madagascar (MEN, 2022) alors que les thèmes étudiés est destiné aux élèves au niveau du collège (*i.e.* enseignement secondaire du premier cycle).

A priori, ce choix nous a permis de réduire les paramètres à prendre en compte, tels que les conceptions initiales des apprenants et la connaissance de l'environnement immédiat, durant l'analyse ; et ensuite cela permet de vérifier si les apprenants ont tendance à faire de routine ou traitent le sujet comme tel et n'auront plus de difficultés notamment durant la problématisation.

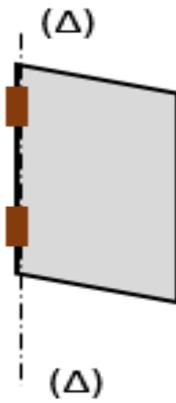
Mais, l'observation des activités de différents groupes dans cette séance nous a permis de retenir les informations suivantes : tout d'abord, la problématisation a une particularité dans la séance basée sur la démarche d'investigation, car l'enseignement des sciences basé sur l'investigation constitue une approche basée sur les problèmes notamment celui qui utilise l'approche expérimentale (Hersant et Orange-Ravachol, 2015) ; ensuite, la tentative de faire une routine peut constituer un piège et entraver la mise en œuvre des différentes étapes de l'investigation. En effet, malgré le niveau très inférieur des situations proposées par rapport aux connaissances des étudiants, ces derniers ont de difficultés à formuler des questionnements permettant d'émettre des hypothèses correspondantes aux situations-problèmes. Cela se voit, par exemple, durant les activités menées par le groupe n°4 traitant l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe ( $\Delta$ ). Dans ce cas-là, la situation-problème se présente comme suit : « Exposer aux élèves une porte mobile, autour d'un axe (virtuel) de Paumelles. Demander à ces élèves les conditions d'équilibre de cette porte. ».

Cette situation a été proposée aux étudiants du groupe n°4. Et ce groupe a avancé le questionnement suivant : « A quel moment la force et le moment d'une force existent-ils? ou Nuls ? ». La présentation de cette problématisation est floue pour étudier la situation-problème citée précédemment.

Ici, même-si les connaissances très avancées des étudiants, cette question ne permet d'avancer une hypothèse conduisant à étudier d'«équilibre d'un solide mobile (qui est ici la porte) autour d'un axe ( $\Delta$ )».

De l'autre côté, ces élèves-maitres ont quand même avancé des hypothèses telles que les forces qui sont soit parallèles soit confondues à l'axe de rotation ( $\Delta$ ) ne produisent pas de moment alors que les forces dont leurs droites d'actions sont perpendiculaires à l'axe ( $\Delta$ ) peuvent provoquer de moment. Ces informations nous permettent de dire que d'abord le questionnement proposé initialement n'a rien à voir avec les hypothèses avancées. En effet, la problématisation citée précédemment demande les conditions d'apparition à la fois des forces appliquées à ce système et des moments de ces forces ; alors que les hypothèses renseignent les critères d'une force productrice de moment.

La figure ci-après montre l'investigation réalisée par ce groupe n°4 :



**Figure 1.** Investigation expérimentale réalisée par le groupe n°4 sur l'équilibre d'une porte sur un axe ( $\Delta$ )

Ils ont conclu que l'efficacité de la rotation dépend de l'intensité de la force et la position de la droite d'action par rapport à l'axe de rotation.

A cause de la routine, peut-être, ces étudiants ne traitent que la partie concernant les critères sur l'effet dynamique d'une force au lieu de penser aux conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe de rotation ( $\Delta$ ). Dans le contexte d'une DI, la position et la construction du problème devraient conduire à un problème qui pose un défi raisonnable (Hersant et Orange-Ravachol, 2015).

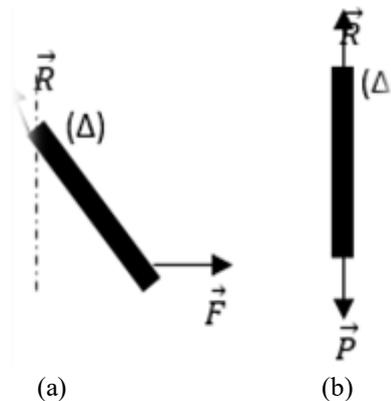
Ces conditions sont évoquées par le groupe n°6 qui a étudié le même thème « d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe de rotation ( $\Delta$ ). ». Ce groupe a rappelé que ces conditions étaient « Négliger les forces extérieures appliquées sur le système ( $\sum \vec{F}_{Ext.} = \vec{0}$ ) et la somme des moments des forces extérieures est nulle ( $\sum \vec{M} (\vec{F}_{Ext.}) = 0$ ) »..

La figure suivante développe l'investigation menée par le groupe n°6 :



**Figure 2.** Investigation menée par le groupe n°6

Ces étudiants du groupe n°6 ont modélisé comme suit leur expérience.



**Figure 3.** Modélisation des mouvements d'un stylo autour d'un axe fixe ( $\Delta$ )

Cette figure n°3 montre les deux positions prises par le stylo avec les forces qui y exercent : la première position (figure n°3-a) est une position quelconque du stylo subis de la réaction  $\vec{R}$  de l'axe et d'une force  $\vec{F}$  dont sa droite d'action est perpendiculaire à l'axe ( $\Delta$ ) ; alors la seconde position (figure n°3-b) est la position d'équilibre du stylo sous l'action de son poids  $\vec{P}$  et de la réaction  $\vec{R}$  de l'axe ( $\Delta$ ).

Ces différentes figures tirées des activités réalisées par les étudiants du groupe n°6 devraient être visibles dans l'investigation effectuée par le groupe n°4. L'absence de ces différentes étapes dans les d'activités de ce dernier groupe (n°4) démontre que leur questionnement ne permet pas d'aboutir à une investigation expérimentale répondant aux résultats attendus avec les moyens disponibles. Autrement dit, les connaissances très riches des étudiants ne sont pas les seules conditions pour pouvoir problématiser une situation conduisant à l'investigation. D'autres paramètres tels que les moyens disponibles et les résultats attendus devraient à imaginer avant de se lancer dans ce processus. Cette phase de problématisation permet de déclencher un débat et de construire un problème scientifique, c'est-à-dire conduisant à organiser et à délimiter le champ des possibles (Orange, 2012).

Ces mêmes scénarios ont été identifiés dans les activités du groupe n°3 qui traite le thème « acide-base ». La situation-problème était « Présenter aux élèves différentes solutions acides, neutres et basiques toutes incolore et y verser quelques gouttes d'indicateurs colorés. ». Les matériels et produits à utiliser étaient : « Solutions d'acides, solution basiques, eau, indicateurs colorés... ». Et il a été attendu comme résultats à l'issue de cette séance la capacité des étudiants à « Se servir des indicateurs colorés (IC) pour distinguer les solutions acides, des solutions basiques et des solutions neutres. ».

Pour y parvenir, ce groupe n°3, a problématisé la situation comme suit : « Comment identifier qu'une solution est acide ou basique ? ».

L'hypothèse proposée par ce groupe était : « chaque solution en présence d'un indicateur coloré. ». Autrement dit, l'utilisation de l'indicateur coloré (IC) permet d'identifier la nature d'une solution.

Ensuite, selon la figure n°4 ci-après, le groupe n°3 a effectué une expérimentation avec des matériels et produits utilisés tels que les verres transparents, un papier contenant de codes de couleurs, de l'eau savonneuse, du vinaigre, de jus de curcuma, de jus de betteraves et un rouleau de papier pH.



**Figure 4.** Investigation expérimentale réalisée par le groupe n°3

Lors de la discussion, le groupe a conclu que « Le jus de betterave est l'IC qui donne la caractéristique d'un mélange. La nature de solutions varie selon le degré d'acidité du liquide. ». Le groupe n'a pas dit un seul mot sur la validité ou non de l'hypothèse de départ. Et il semble que cette conclusion soit un peu flou par rapport à sa relation à l'hypothèse proposée, car elle ne parle qu'un seul IC qui est le jus de betterave et qu'en est-il pour les autres IC tels que le Jus de curcuma ; alors que durant l'observation les étudiants ont réalisé des expériences utilisant le jus de curcuma.

Au final, ces étudiants ne font que de routine et ne prennent pas en compte ni les résultats d'apprentissages attendus ni leur problématique et leur hypothèse. Selon Orange (2012), l'analyse et l'exploitation des données permettent d'établir une conclusion au regard des hypothèses de départ découlant de la problématisation.

La problématisation floue telle qu'on trouve dans ces scénarios ne permet pas d'investiguer, car le processus de problématisation constitue un ensemble d'opérations visant à déterminer la position et la construction du problème et à générer un certain nombre d'hypothèses conduisant à la résolution du problème (Fabre, 2011).

## 7 Conclusion

Dans cette recherche, notre objectif était de faire ressortir l'importance de la phase de problématisation durant la mise en œuvre de l'enseignement/apprentissage de SPC basé sur la DI. Pour ce faire, nous avons mené une observation de cas des activités réalisées par les étudiants « élèves-maîtres ». Les activités ont été découlées la proposition des situations-problèmes conduisant à ces étudiants de problématiser qui était notre cible principale dans cet article.

A l'issue de cette recherche, malgré le niveau d'études très élevé de étudiants par rapport aux thèmes étudiés, il a été remarqué que la plupart de ces étudiants ont des difficultés lors de l'appropriation de problème. Cela se voit, par exemple, à la problématisation qui ne permet pas d'investiguer ou qui ne permet pas d'aboutir les résultats attendus par le thème étudié. En principe, ces étudiants ont des conceptions initiales et connaissances de l'environnement d'études très avancées par rapport aux différents thèmes étudiés ; mais il a été identifié que ces connaissances très poussées redeviennent des pièges qui conduisent aux étudiants de faire de routine empêchant la véritable appropriation du problème et ne permettent pas de mener une investigation expérimentale appropriée aux situations-problèmes et aux résultats attendus.

Il a été ressorti également dans cette recherche que les connaissances étoffées des apprenants ne sont pas suffisantes pour problématiser, d'autres paramètres à prendre en compte lors de l'appropriation du problème sont donc : i) la formulation des situations-problèmes inspirées de l'environnement et réalisables avec les moyens disponibles ; et surtout ii) la formulation du questionnement correspondant aux résultats d'apprentissages visés par le thème étudié. Il a été évoqué que la position et la construction du problème sont très importantes pour générer des hypothèses à tester qui facilitent la résolution du problème à partir de l'investigation scientifique menée par les apprenants, car si le questionnement est flou, alors l'investigation ne va pas répondre à l'attente de la séance, comme dans les cas discutés durant cette recherche.

Ces informations nous prouvent que notre hypothèse initiale a été vérifiée. La phase de problématisation a donc une particularité pouvant entraver l'investigation. Mais d'autres questions se posent : Est-ce la capacité des élèves à approprier des problèmes implique vraiment la formulation des hypothèses appropriées et l'investigation scientifique ? Les hypothèses erronées ne constituent pas des obstacles pour la conduite de l'investigation même si la problématisation est juste ?

## REFERENCES

- [1] Duclos, G. (2006). *La démarche d'investigation* (mémoire professionnel, IUFM de Bourgogne).
- [2] Gobert, J. (2010). Métaphore du programme génétique et problématisations de la différenciation cellulaire au cours du développement embryonnaire par des élèves de première scientifique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 1, p. 121-152.
- [3] Gobert, J. et Lhoste, Y. (2011) - *Démarches d'investigation et problématisation en classe de SVT : quelle mise en œuvre par des enseignants débutants ?* IUFM de l'université de Caen-Basse-Normandie.
- [4] Hersant, M. et Orange-Ravachol, D. (2015). Démarche d'investigation et problématisation en mathématiques et en SVT : des problèmes de démarcation aux raisons d'une union. *Recherches en Éducation*, n°21, p. 94- 107.
- [5] IFADEM-Comores (2024). *Livret 6. Didactique de physique-chimie au collège*. Consulté sur : <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>
- [6] Lhoste, Y. et Peterfalvi, B. (2009). Problématisation et perspective curriculaire en SVT : l'exemple du concept de nutrition. *Aster*, 49, p. 79-108.

- [7] Marlot, C. et Morge, L. (dir.) (2016). *Adapter l'investigation scientifique et technologique aux enseignants : point de vue de la recherche en didactique* (359 p.).
- [8] MEN du gouvernement français (2008). Programmes des enseignements de mathématiques, de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège. *Bulletin officiel spécial*, n°6. Récupéré du <http://www.education.gouv.fr/cid22120/mene0817023a.html>.
- [9] Musquer, A. et Fabre, M. (2010). Le modèle des inducteurs de problématisation : état des lieux et pistes de recherche. *Actes du congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF)*, p.1-12. Université de Genève.
- [10] Orange, C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les Sciences de l'éducation Pour l'ère nouvelle*. 35,1, 25-42.
- [11] Orange, C. (2003). Un exemple de problématisation en biologie : Claude Bernard et le milieu intérieur. *Communication aux troisièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*. Toulouse, France.
- [12] Orange, C. (2007) Quel Milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre ?, *Éducation et didactique*, vol. 1, n° 2, 37-56. Rennes, France : PUR.
- [13] Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles, Belgique : De Boeck.
- [14] Piaget, J. (1964). Le développement mental de l'enfant. In J. Piaget (dir.), *Six études de psychologie génétique* (p. 9-86). Paris, France : Denoël/Gonthier (1re éd. 1947).
- [15] Ramiandrisoa, E. (2022). *La Démarche d'Investigation en Sciences Physiques et Chimiques : Cas de l'enseignement/apprentissage au Secondaire malgache* (thèse de doctorat, Université d'Antananarivo).
- [16] Rouquet, F. (2018). L'apprentissage par problématisation du concept de vie et du vivant : un double regard porté sur des élèves de cycle 2 et des étudiants de Master MEEF 1er degré. *Ressources*, n°20, p. 22- 34. Nantes, France : ESPE Académie de Nantes.
- [17] Roy, P., Pache, A et Gremaud, B (2017). La problématisation et les démarches d'investigation scientifique dans le contexte d'une éducation en vue 'un développement durable. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, n°22, p.1-7.