

# Problématisation et dispositif d'enseignement/apprentissage

Agnès MUSQUER

## Mots-Clés

Inducteurs de problématisation, losange de problématisation, obstacles épistémologique et didactique, dispositif de problématisation

## Résumé

*Cet article de catégorie empirique porte sur la conception de dispositifs d'enseignement/apprentissage par les enseignants. Lors de cette étude, nous tenterons de montrer en quoi un dispositif d'enseignement/apprentissage pourrait être porteur de problématisation. Nous présenterons, à cet effet, le travail d'élaboration et de conduite d'un apprentissage mené par une étudiante de Master 2 concernant la comparaison et le rangement des longueurs au CE1. Nous dégagerons des données relatives à la conception de la séance et également des données issues des interactions entre les élèves. Nous effectuerons une analyse de ces données en les confrontant au cadre théorique mobilisé afin de dégager plusieurs exigences pouvant caractériser un dispositif de problématisation.*

## Introduction

Le problème que nous soulevons pose la question de la problématisation des savoirs par les enseignants dans la conception de séances d'enseignement/apprentissage. Nous étudierons plus particulièrement l'un deux élaboré par une étudiante de Master 2 autour de la comparaison de longueurs. Dans un premier point, nous présenterons le cadre théorique de la recherche en focalisant notre attention sur le losange de problématisation et les notions d'inducteurs et d'obstacles. Nous décrirons ensuite les principales caractéristiques du cadre méthodologique qui nous ont permis de recueillir les données de notre travail et de les porter à l'analyse. Celle-ci se situera principalement autour de deux axes : la pertinence de la séance conçue au regard des éléments théoriques liés à la problématisation ainsi que l'analyse des interactions des élèves et leur évolutions dans l'apprentissage au regard du concept d'obstacle. Enfin, nous soulignerons les apports de ce travail pour la communauté scientifique et les perspectives que nous envisageons.

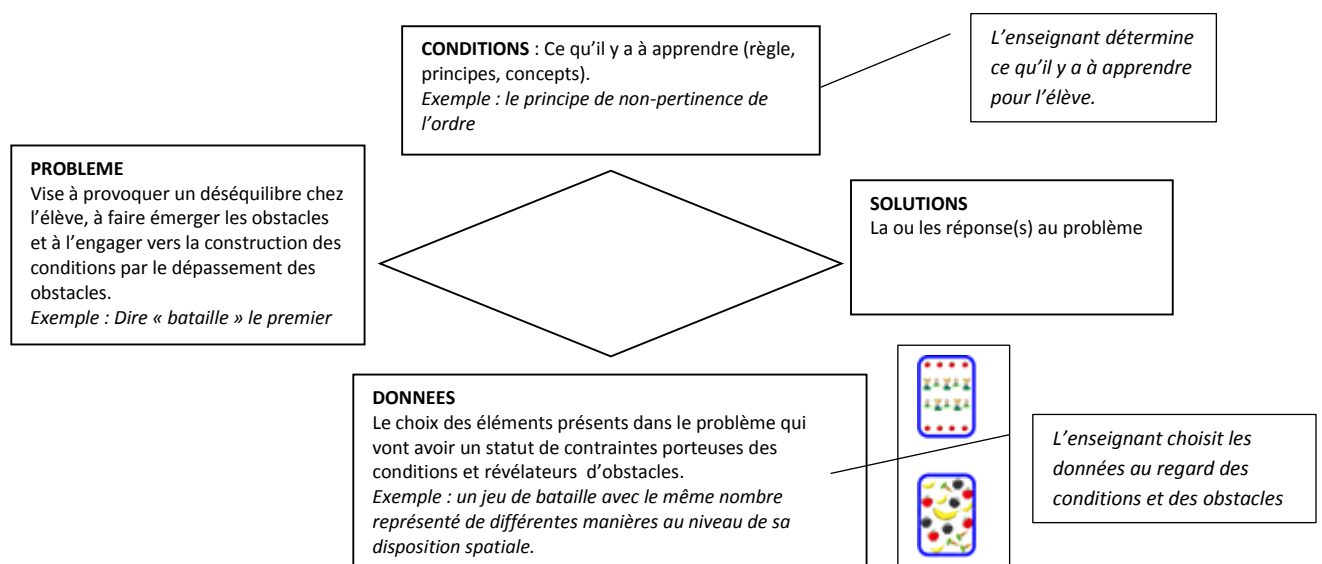
### 1- Le cadre théorique

Cette recherche se situe dans le cadre épistémologique et didactique de la problématisation développé au CREN (Fabre, 2005a, 2005b, Orange, 2005a, 2005b) et du modèle des inducteurs de problématisation (Fabre et Musquer 2009a et 2009b, Musquer et Fabre 2011a, 2011b, 2011c, Musquer 2011). Viser la problématisation des élèves nécessite de la part de l'enseignant d'inviter l'élève à faire ce qu'on ne lui a pas appris à faire en s'appuyant sur ce que l'élève sait ou croit savoir tout en assurant non pas une réussite du problème mais la compréhension de cette réussite. Nous proposons, dans cette première partie, de déployer cette définition autour de la modélisation du losange de problématisation, de la notion d'obstacle et d'inducteurs de problématisation. Nous finirons par la mise au travail de ces trois éléments dans le cas précis qui nous occupe, celui de la comparaison de longueurs.

#### 1.1- *Le losange de problématisation*

Si l'on suit Dewey (1993), le processus de problématisation constitue donc, de la part de l'élève, un ensemble d'opérations visant à repérer, catégoriser des données et à identifier les conditions (position et construction du problème) de manière à générer un certain nombre d'hypothèses de solutions à tester au regard de ces données et conditions (résolution du problème). Le processus n'est évidemment pas linéaire : position, construction, résolution ne

sont pas des phases qui se succèdent dans le temps, l'une prenant le relai des autres. Les données sont présentes dans la situation ou peuvent être rajoutées au fur et à mesure de l'apprentissage par les élèves ou l'enseignant. Elles ont un statut de contraintes. Elles s'expriment dans des propositions factuelles et doivent être choisies en fonction d'une part de leur pertinence par rapport aux différents obstacles repérés et d'autre part en adéquation avec les conditions visées. Les conditions concernent les critères, les principes, les concepts qui commandent le processus de problématisation. Ce sont des nécessités dont il faut absolument tenir compte pour réussir. L'explicitation de ces conditions par l'élève garantira sa compréhension singulière du « pourquoi j'ai réussi ». Pour illustrer ces propos, prenons l'exemple du principe de la non-pertinence de l'ordre en matière de dénombrement. L'enseignant choisira des données qui sont censées contraindre l'élève à dépasser l'obstacle en jeu (c'est à dire l'ordre dans lequel les éléments d'une collection sont énumérés n'affecte pas le résultat du comptage) et qui sont porteuses des conditions à construire (la non-pertinence de l'ordre). Le choix de la constitution des données par l'enseignant s'appuie donc sur ces deux principes. La prise en compte de l'obstacle qui pourrait prendre la forme d'un jeu de bataille dans lequel, les éléments présents sur les cartes sont désorganisés, non alignés, ne portent pas la configuration du dé. La prise en compte des conditions (principe de non-pertinence de l'ordre) qui génère le choix de cartes comportant un nombre d'éléments identiques mais configurés de manières très différentes.



Si la mise en situation des élèves doit viser leur problématisation c'est à dire le développement d'un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions, la conception d'une situation d'enseignement/apprentissage nécessite également une problématisation de la part de l'enseignant. Celle-ci guide la constitution de données par la mise en œuvre de deux principes forts : l'adéquation des données aux conditions visées ainsi que la prise en compte de l'obstacle. La prise en compte de l'obstacle dans les dispositifs de problématisation va permettre d'avancer dans notre cheminement.

### 1.2- Obstacle et problématisation

L'effet le plus commun des obstacles est en effet d'empêcher de problématiser. Selon Fabre (2001) deux sortes d'obstacles sont à considérer. Les obstacles généraux qui pourraient concerner la logique même du processus de problématisation. En effet, la problématisation est une pensée à deux dimensions, dans laquelle conditions et données se contrôlent mutuellement. Les obstacles à ce type de pensée seraient de deux ordres. La pensée plate,

unidimensionnelle, celle qui ne peut distinguer données et conditions et se précipite directement sur la solution sans prendre le temps de construire le problème. Si nous reprenons la modélisation du losange de problématisation, cet obstacle correspondrait à un rabattement des données sur les conditions : le losange s'aplatirait alors en une ligne horizontale. Une pensée à trois dimensions qui par sa volonté de tout prendre avec elle, se révélerait impuissante à dégager des conditions et des données. Dans notre schéma, cet obstacle se figurerait par une déformation du losange en cercle qui symboliserait non seulement l'indistinction des données et des conditions, mais encore la volonté de ne rien laisser échapper du réel. L'identification de ces deux obstacles nous permet d'envisager trois contraintes pour l'enseignant dans la conception de dispositifs de problématisation :

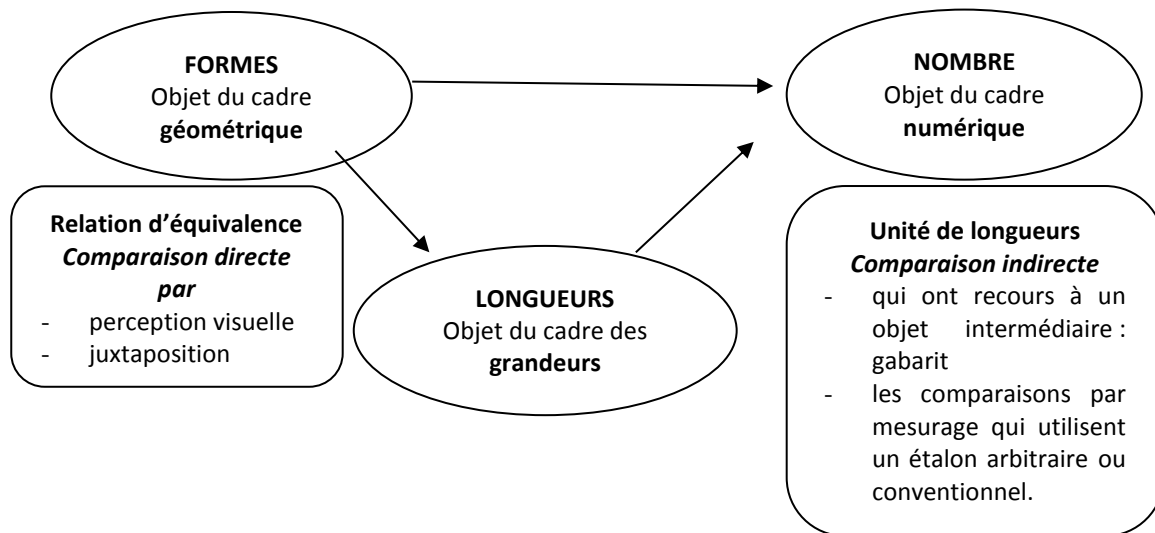
- La première est **une exigence de schématisation du réel** qui se manifeste dans le choix des données et leur adéquation aux conditions. Cela signifie que l'enseignant doit construire son dispositif en fonction d'une analyse didactique repérant le « noyau dur » de la connaissance à construire, sans se disperser dans des considérations périphériques (Astolfi, 1992 et Astolfi et Peterfalvi, 1993).
- La deuxième contrainte concerne **le déploiement par l'enseignant des données et des conditions du problème** et le maintien d'une distinction nette de ces deux dimensions, faute de quoi, il lui sera impossible d'orienter la problématisation des élèves.
- Enfin, aider les élèves à problématiser oblige à opérer un certain nombre de **choix sur le degré d'ouverture de la situation**, choix qui se situent entre deux limites : a) ne rien fournir aux élèves mais se contenter de poser la question initiale ? (la situation-problème ressemble alors à une question ouverte); b) fournir aux élèves les données et les conditions du problème (la situation se ferme et l'énoncé du problème devient alors complet, comme l'énoncé de problème classique). A l'intérieur de ces limites, les degrés d'ouverture de la situation varient selon que les éléments de la problématisation (les données, les conditions) sont fournis, seulement suggérés ou encore induits.

Si ce premier type d'obstacle, nous permet d'envisager un regard sur le dispositif de problématisation élaboré par l'enseignant et nous permet d'envisager des pistes d'analyse, il convient de définir également un autre type d'obstacle spécifique aux contenus travaillés qui nous permettra d'envisager une analyse du dispositif du côté de la problématisation des élèves. On retrouve là **les obstacles épistémologiques** décrits par Bachelard dans la *Formation de l'esprit scientifique* ainsi que **les obstacles didactiques** repris par Brousseau (1976) dans le champ des mathématiques. Par exemple, dans le cas de la comparaison des longueurs, la mise en lien systématique des nombres à la mesure des grandeurs est un obstacle épistémologique à l'émergence de la notion d'unité. L'aspect didactique de l'obstacle se situe dans les choix opérés (programmes, séquences proposées par un enseignant, mise en œuvre spécifique etc.). Ceci nous amène à dire que dans la programmation des apprentissages, prévoir en priorité la mesure pour comparer des grandeurs constitue donc un obstacle didactique qui renforce l'obstacle épistémologique qui consiste à penser par exemple qu'aire et périmètre varient de la même façon. Si on compare des grandeurs sans les mesurer, nous ne sommes pas certains de faire disparaître les erreurs liées à l'obstacle en question mais si on mesure systématiquement pour comparer des grandeurs, on est sûr de renforcer cet obstacle.

La conception de situations d'enseignement/apprentissage visant la problématisation des élèves se doit donc d'envisager le déploiement du losange de problématisation tout en acceptant les contraintes posées par les obstacles liés à la problématisation ainsi que les obstacles épistémologiques et didactiques.

### **1.3- Le cas de la comparaison de longueurs en cycle 2**

Concevoir un enseignement/apprentissage dans un point de vue qui est le nôtre revient donc à mettre en articulation les différents éléments du processus de problématisation (problème, obstacle, conditions, données et solutions). Envisager le cas de la comparaison de longueurs au travers le filtre du cadre théorique défendu reviendrait à identifier pour l'élève deux objets selon une grandeur (conditions) sans utiliser les instruments et les unités de mesure usuels (rupture visant l'émergence des obstacles épistémologique et didactique). Les savoirs didactiques mobilisés ici se caractérisent par des changements de cadre développés par Douady (1989) qui vont entraîner une distinction à effectuer pour l'enseignant entre forme (géométrique), longueur (grandeur) et mesure (numérique).



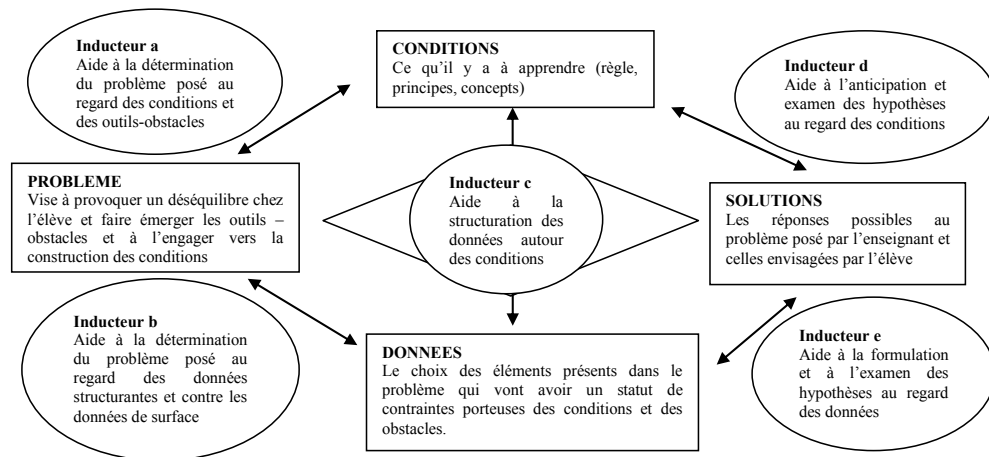
De ce fait, pour imaginer un dispositif de problématisation visant la construction de la notion d'unité, il convient de donner du sens à la notion de longueur en enracinant cet apprentissage dans le cadre de situations qui ne font pas encore appel à la mesure Artigue (1991). Il convient donc de construire cette idée de longueur dans une progression qui s'étale du cycle 1 au cycle 3 en considérant les différents types de comparaison : a) les comparaisons perceptives ; b) les comparaisons directes qui engagent des procédures de juxtaposition ; c) les comparaisons indirectes qui ont recours à un objet intermédiaire, à un instrument de report (longueur servant de gabarit par exemple) ; c) les comparaisons par mesurage qui utilisent un étalon arbitraire ou conventionnel (la longueur unité) et en associant ainsi un nombre à la longueur (le nombre de reports nécessaires de la grandeur unité). Ces différents types de comparaison constituent les conditions à co-construire avec les élèves, ce sont les savoirs à enseigner. La détermination de ces différents niveaux d'abstraction s'appuie à la fois sur la compétence à développer chez l'élève : comparer et ranger des longueurs mais également sur des apports didactiques liés au changement de cadre. Les données élaborées par l'enseignant dans un dispositif de problématisation devront être en adéquation avec ces différents éléments.

#### **1.4- Les inducteurs de problématisation dans le dispositif de problématisation : un jeu d'ouverture et de fermeture du problème**

Aider les élèves à problématiser oblige à opérer un certain nombre de choix sur le degré d'ouverture de la situation. Afin de développer cette idée arrêtons-nous sur la notion d'inducteurs de problématisation. Les inducteurs de problématisation (Fabre et Musquer 2009a, 2009b, Musquer 2011, Musquer et Fabre 2011) ont été pensés comme des aides bien spécifiques, susceptibles de provoquer l'activité cognitive de l'apprenant et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation (position, construction et résolution du problème) et de leur contenu. L'inducteur consiste dans une certaine manière de

questionner les sujets afin de les aider à rechercher les données ou les conditions du problème ou encore à les articuler tout en tenant compte des obstacles. Ils peuvent également aider les sujets à remettre en cause les données, les conditions ou les solutions qu'ils ont trouvées. Les inducteurs de problématisation (Fabre et Musquer 2009b) se caractérisent de la manière suivante :

- leur fonction cognitive dans le processus de problématisation selon les éléments du problème qu'ils sont sensés activer



- l'amorce (trait de surface de l'inducteur), sa forme visible, son habillage en quelque sorte qui pourra prendre la forme d'une consigne, d'un document, d'une observation, d'une expérience, d'un exemple, d'un tableau, d'un schéma, d'une devinette, d'un défi, d'une question, ...)
- la modalité épistémique qui se situe au niveau du savoir et concrétise les choix didactiques « noyau dur de savoir ». Ils doivent être en rapport avec le contenu travaillé et avec les obstacles qui viennent bloquer les apprentissages
- la modalité argumentative qui favorise l'aide à la proposition d'hypothèses, d'arguments, en vue de la preuve ou de la critique.

Dans la modélisation théorique du modèle du losange et des inducteurs de problématisation, chaque inducteur quel que soit sa fonction dans le processus de problématisation (a, b, c, d, e) porte un ou plusieurs traits de surface (amorce) et des traits de structure (modalité épistémique et argumentative). Si la détermination des conditions, obstacles, données, problème, solution est essentielle dans la conception de dispositif d'enseignement/apprentissage elle ne peut s'envisager que dans et par un aller-retour permanent entre ces différents éléments.

Un dispositif d'enseignement/apprentissage peut donc être porteur de problématisation si il garantit les exigences posées c'est-à-dire : a) un schématisation du réel impliquant la mise en adéquation des données avec les conditions visées ; b) le déploiement des données et des conditions par l'enseignant ; c) la prise en compte des différents types d'obstacles et leur prise en compte en situation ; d) un jeu d'ouverture et de fermeture du problème par l'anticipation et la mise en œuvre d'inducteurs de problématisation. Nous nous proposons maintenant d'étudier à la lumière de ce cadre théorique un dispositif élaboré par Camille, étudiante-stagiaire en Master 2.

## 2- Le cadre méthodologique garant du recueil et de l'analyse des données

Le travail de préparation de l'enseignant est un questionnement permanent entre ce qu'il y a à apprendre (conditions) pour les élèves et ce qu'ils savent réellement (procédures mobilisées-raisons évoquées) dans le but de construire des données mettant en tension ces deux réalités.

L'objectif sera ici d'analyser la pertinence du dispositif conçu et mis en œuvre par Camille au regard des éléments théoriques soulevés dans la première partie. Puis nous irons constater, dans un second temps, les impacts en termes de problématisation des élèves.

### 2.1- *Le contexte d'investigation*

Le dispositif d'enseignement/apprentissage qui sera porté à l'analyse pour cette étude a été élaboré et conduit par Camille étudiante-stagiaire de Master 2, dans le cadre de son mémoire professionnel. La séance a été conduite avec le petit groupe de 3 élèves de CE1, dans une classe multi-niveaux qui compte 15 élèves du CE1 au CM1 de CE1. Pendant ce temps, il a été proposé aux autres élèves un travail en autonomie. Notre travail de chercheur consistera à recueillir les différentes données relatives à la préparation de Camille ainsi que la retranscription des interactions entre les élèves lors de la mise en œuvre en classe. Ces différentes données seront par la suite analysées au regard des éléments que nous avons mis en avant dans notre première partie.

### 2.2- *Le recueil et l'analyse des données liés à la préparation de Camille*

#### 2.2.1- *Les données recueillies dans les écrits de préparation*

Nous insisterons ici sur les différents écrits de préparation de Camille qui nous semblent pertinents pour approcher les intentions en termes de problématisation de cette jeune enseignante. Nous disposerons donc de plusieurs documents qui nous semblent pertinents en matière d'analyse :

- Un document de préparation regroupant : un écrit du mémoire (une explicitation de Camille des intentions qu'ils l'ont guidée dans ses choix), une fiche de préparation de la séance d'enseignement/apprentissage, l'analyse du concept d'unité tel que Camille le définit ainsi que les éléments jalonnant la mise en œuvre dans ce concept dans le cadre d'une situation-problème.
- Un document montrant la manière dont Camille anticipe la conduite de sa séance.

#### *Extrait n°1 de la préparation de Camille*

Écrit de mémoire	Fiche de préparation
<p>Cette investigation concerne une séance de situation problème dans le champ disciplinaire des mathématiques, portant sur les grandeurs et mesures. Il s'agit d'une introduction aux mesures de longueur par report d'une unité, en CE1. Les élèves sont donc âgés de 7 ans environ. La progressivité dans les Instructions Officielles introduit cet objet d'apprentissage en Cours Préparatoire (« Utiliser la règle graduée pour tracer des segments, comparer des longueurs »), pour le poursuivre en CE1 (« Mesurer des segments, des distances »). Néanmoins, selon la titulaire de la classe, les élèves n'ont pas encore eu d'introduction à ce domaine. Cela correspond donc aux besoins d'apprentissages des élèves, conformément aux Instructions Officielles. Selon Michel Fabre: « un obstacle n'est identifiable qu'en fonction d'une conceptualisation. [...] Car c'est bien l'analyse préalable des concepts à enseigner qui marque le passage d'une gestion pédagogique à une gestion didactique de la situation-problème. » Ainsi, afin d'élaborer une situation problème, il est nécessaire de dégager le concept, c'est à dire d'expliciter les données et les conditions (fonctions de position et construction) du problème. Pour ce faire, il faut d'analyser le concept de l'unité de mesure, en terme d'attributs et d'exemples. « Les attributs doivent se référer aux caractéristiques qui permettent le classement d'une idée, d'un objet dans une catégorie officiellement reconnue. Les exemples et contre-exemples permettent de vérifier l'application de ce schéma » Par conséquent, pour préparer cette séance, je définis le concept à étudier et le transpose en problème. Cette dimension épistémique m'aide à définir une évaluation diagnostique, qui me</p>	<p><b>Domaine :</b> Mathématiques _ Grandeurs et Mesures  <b>Titre :</b> Mesurer : un exercice... ou un besoin ?  <b>Niveau :</b> CE1  <b>Compétences visées :</b>  <input type="checkbox"/> (BO) Mesurer des segments, des distances  <input type="checkbox"/> (Socle Commun) Utiliser les unités usuelles de mesure, estimer une mesure  <b>Stade :</b> Situation-problème  <b>Durée :</b> 30 minutes  <b>Objectif :</b> A la fin de la séance, l'élève sera capable de mesurer une longueur par report d'une unité  <b>Pré-requis :</b> Comparer des objets selon leur longueur  <b>Organisation</b>  <b>Matériel :</b> 3 bandes de carton de longueur voisine, fixées à des endroits différents, à classer            Bandes-unités, une différente par élève  <b>Lieu :</b> sur table  <b>Référent :</b> Institutrice  <b>Tâche des élèves :</b> Mesurer leur bande de carton, puis comparer les résultats, et trouver des stratégies pour trouver la bande la plus longue  <b>Critères de réussite :</b> Nous pourrions décrocher les bandes, pour vérifier les dires des élèves.  <b>Tâche du référent :</b> Aiguiller les élèves par des inducteurs de problématisation, puis inciter la verbalisation des stratégies  <b>Déroulement</b>  <b>Mise en projet</b></p>

<p>permet, à son analyse, de réajuster les inducteurs de problématisation et les différentes prévisions. La situation problème est donc envisagée au regard de l'anticipation des processus cognitifs des élèves, et des obstacles. En effet, pour établir une situation et des inducteurs afin qu'ils soient efficaces, il est important d'anticiper les différents processus, et surtout les divers obstacles inhérents à la situation ou au savoir. Suite à cela, je planifie des inducteurs potentiels de problématisation, envisagés selon leur fonction. Ce seront des aides pour les élèves, introduites par moi, afin qu'ils puissent discerner les conditions, les données, et les hypothèses du problème, et qu'ils puissent par là même co-construire le savoir. Une fois la séance tenue, l'enregistrement de la séance m'a permis d'analyser les inducteurs effectifs de problématisation, de les classer, et de les questionner au regard de mon hypothèse. Je pourrai envisager ainsi des réponses et/ou des renforcements à ma problématique.</p>	<p>Voici trois bandes en carton. Elles sont scotchées aux tables, et dans des sens différents. Nous allons devoir les classer, de la plus petite à la plus grande. Pour ce faire, vous ne pouvez pas utiliser les trousseaux.          Mise en acte          Les bandes-unités sont introduites.          Institutionnalisation          Les conditions d'une mesure efficace seront énoncées par les élèves, pour constituer une trace écrite.          Bilan Verbalisation des stratégies développées</p>
<p><b>Le concept :</b>          Un concept se définit par une étiquette (ou dénomination), par des attributs (ou caractéristiques), et par des exemples et contre-exemples          L'étiquette:  <input type="checkbox"/> L'unité de mesure          Les attributs:  <input type="checkbox"/> Il faut reporter une unité pour mesurer une longueur, et compter le nombre de reports  <input type="checkbox"/> Une mesure dépend de l'unité choisie  <input type="checkbox"/> Pour comparer les longueurs, il faut définir la même grandeur de référence appelée unité de mesure          Les exemples et contre-exemples:  <input type="checkbox"/> Deux objets d'un même genre peuvent être utilisés (ici, la bande-unité,...), mais si ceux-ci n'ont pas la même longueur, ils ne représenteront pas un étalon fiable  <input type="checkbox"/> Des longueurs voisines ne sont pas les mêmes longueurs  <input type="checkbox"/> Si deux unités n'ont pas la même grandeur, le résultat sera erroné</p>	
<p><b>Construction du problème au regard du concept :</b>          La définition du concept nous permet de définir le problème, avec ses conditions (caractéristiques), et ses données (exemples et contre-exemples)          Les conditions  <input type="checkbox"/> Il faut reporter une unité pour mesurer une longueur, et compter le nombre de reports  <input type="checkbox"/> Une mesure dépend de l'unité choisie  <input type="checkbox"/> Pour comparer les longueurs, il faut définir la même grandeur de référence appelée unité de mesure          Les données  <input type="checkbox"/> Des longueurs peuvent être comparées indirectement          Le problème:  <input type="checkbox"/> Pouvoir comparer différentes longueurs avec des étalons, sans superposition</p>	

### *Extrait n°2 de la préparation de Camille*

Anticipation des procédures des élèves	Inducteurs possibles
<p><i>L'estimation visuelle des différentes longueurs en jeu aide à comparer.            Pour comparer, il n'y a d'autre choix que de superposer.</i></p>	<p>Comment mesurer ?            Comment comparer ?</p>
<p><i>Les mesures doivent s'effectuer avec un instrument usuel et normé.            Si des longueurs sont d'apparences voisines, elles n'ont pas forcément la même mesure.</i></p>	<p><b>Les étalons proposés</b> peuvent représenter une unité de mesure, on peut les reporter et compter le nombre de report.            Mais posera le problème que pour comparer deux longueurs différentes il faut utiliser la même unité de référence.</p>
<p><i>Si un élève essaie de mesurer avec la règle une unité de mesure</i></p>	<p>J'essaie de mettre en relation la règle et les bandes « étalon »</p>
<p><i>Il est possible de comparer deux longueurs avec des unités différentes.            Plus grande est la longueur, plus grande est la mesure, car il y a plus d'unités.</i></p>	<p>Incitation à la comparaison des différentes longueurs mesurées et des stratégies utilisées <b>dans une mise en tableau</b> (élément structurant)            J'avais imaginé un inducteur de type c1, visant à la structuration des données en vue de dégager les conditions. Il s'agissait <b>d'un exemple vrai, incarné par un élève fictif (Jules)</b>. Sa bande unité mesurait 2,5 cm, et il avait complété le tableau visant à la structuration (mesures des différentes bandes répertoriées). Je n'ai pas eu à utiliser cet inducteur potentiel.</p>

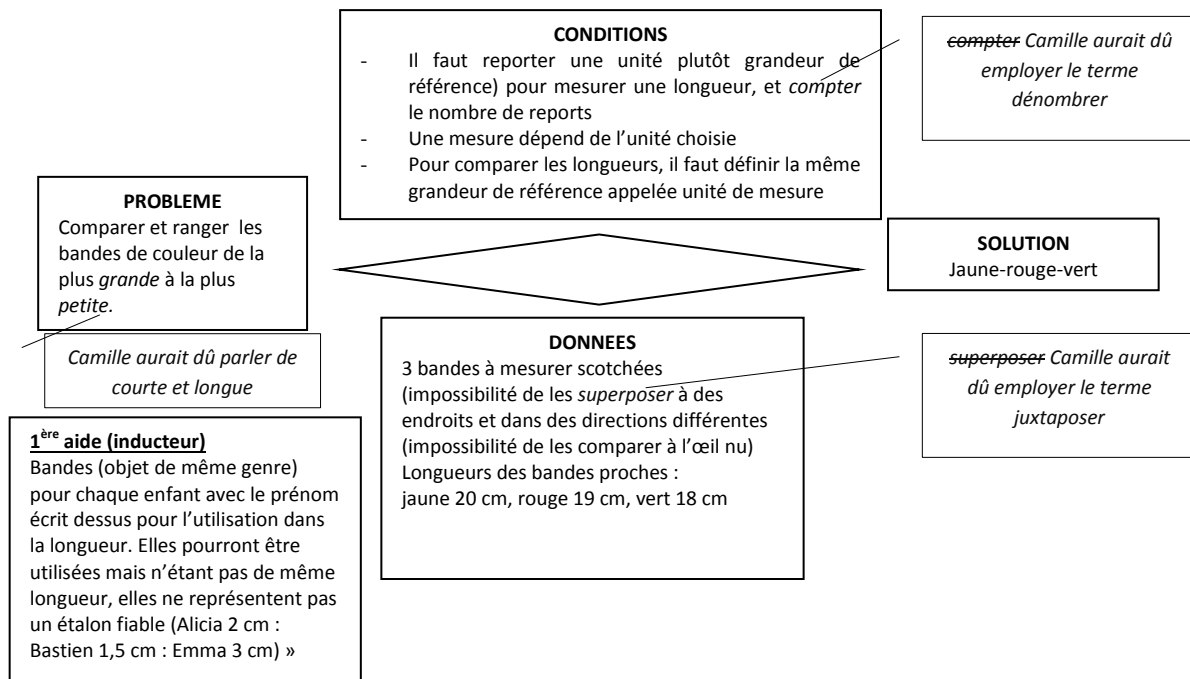
### Questions en vrac

Les élèves vont être incités à définir leurs stratégies de mesure, et faire un schéma en fonction de l'approche de la règle  
Inciter les élèves à formuler les hypothèses (cette bande mesure 4 unités selon les conditions qu'il a pu dégager (report de l'unité de mesure). Echanges entre pairs. Cela fonctionne-t-il ? Comment faire pour être sûr de notre comparaison ? Une fiche donnée aux élèves pour noter les différentes mesures qu'ils ont recueillies. Il s'agira de l'incitation à la comparaison des différents exemples de mesures qui amènera la question « pourquoi cet exemple n'a pas fonctionné ? »

### 2.2.2- Une première organisation des données effectuée par le chercheur

La séance conçue par Camille vise l'introduction aux mesures de longueur par report d'une unité, caractérisée par un changement de cadre : de celui des grandeurs vers celui de la mesure. Afin de confronter la préparation de Camille avec notre cadre théorique, il nous semble qu'une première étape visant à organiser les données autrement nous permettrait une première mise à distance des données brutes récoltées. Nous schématiserons la préparation de Camille de la manière en y intégrant des premières remarques :

- Camille parle de superposition qui engendre la prise en compte d'une nouvelle dimension et qui n'a pas lieu d'être dans ce cas de figure, car seule la longueur des bandes est importante. La juxtaposition est, dans ce cas, plus efficace et plus simple. C'est d'ailleurs pour ces raisons que le choix est souvent fait de remplacer les bandes par des pailles pour lesquelles la superposition est rendu impossible.
- De même Camille aurait dû faire la différence entre compter (réciter la comptine numérique) et dénombrer (trouver le cardinal d'un ensemble).
- Le vocabulaire choisi n'est également pas approprié, la notion de longueur induit l'idée de court et long et non de grand et petit.



### 2.2.3- Analyse de ces données

Pour analyser ces différents écrits nous explorerons les trois axes qui se dégagent de notre cadre théorique.

- a) L'exigence de schématisation du réel qui se manifeste dans **le choix des données et leur adéquation avec les conditions**. Nous regarderons comment Camille s'est référé à une analyse didactique repérant le « noyau dur » de la connaissance à construire. L'analyse du savoir visé et l'idée de Camille de transformer le concept en une situation-problème fut un élément d'étonnement dans l'analyse des données pour le chercheur. En effet, cela donne l'impression d'un travail d'investigation du savoir en trois étapes : caractérisation d'un concept, transposition vers un problème didactique et



enfin mise en forme pédagogique. Nous pourrions considérer au regard des différents documents à notre disposition que les conditions sont bien définies et qu'elles visent la construction de la comparaison indirecte par le report d'un étalon arbitraire et le calcul du nombre de reports. D'autre part, elles posent la question de la nécessité d'un étalon (unité usuelle) pour pouvoir comparer les mesures obtenues par tous les élèves (inducteur des bandes « prénoms » et du tableau). Les élèves devront à la fois construire l'idée de report d'un étalon arbitraire et celle du calcul du nombre de reports tout en posant la question de la nécessité d'un étalon (unité usuelle) pour pouvoir comparer les mesures obtenues par tous les élèves. Par contre, la consigne formulée n'est pas conforme au champ théorique investi. En effet, Camille aurait dû parler de longue et courte et non petite et grande. Cet élément qui pourrait paraître anodin au premier abord, souligne peut-être une fragilité didactique qui amènera Camille à fermer le problème de manière significative lors de la proposition du premier inducteur. Cette fragilité est également signifiée par la confusion entre superposition et juxtaposition.

**b) Le déploiement par Camille des données et des conditions du problème la prise en compte des obstacles épistémologique et didactique repérés.**

Les données choisies vont engager les élèves dans l'impossibilité de comparer directement par juxtaposition les différentes longueurs proposées et vont contraindre les élèves à construire une nouvelle condition la comparaison indirecte avec étalons via un étalon arbitraire (les bandes « prénoms »). Mais du fait de l'impossibilité d'obtenir un nombre identique (le nombre de reports de l'étalon arbitraire) pour une même longueur, les élèves devraient se poser la question de la nature de l'étalon, construire le sens de l'unité comme inversement proportionnel à la mesure obtenue (« *Plus grande est la longueur, plus grande est la mesure, car il y a plus d'unités* » ) et cheminer ainsi vers la nécessité d'un étalon universel. De plus, on le mesure bien dans l'explicitation de sa préparation, Camille s'appuie sur les évaluations diagnostiques des élèves. Cette dimension montre une volonté de regarder les obstacles des élèves afin de les intégrer à son dispositif. En termes d'obstacle, les élèves cherchent à mesurer. Par exemple Bastien dira : « *Je prends mon crayon et je mesure.* » (il a fait sur son crayon des petits traits au feutre qui symbolisent l'unité, il reconstruit une règle interdite par le dispositif). Emma dira : « *Je vois bien que c'est celle-là la plus grande...* ». Ces deux élèves montrent deux obstacles, celui de la mesure et celui de la comparaison par perception visuelle.

**c) Le jeu d'ouverture ou de fermeture de la situation par les choix opérés par Camille en termes d'inducteurs de problématisation.**

Pour concevoir son dispositif, Camille a effectué une anticipation de ce qui pourrait se passer dans la classe en imaginant des procédures ou des réponses possibles des élèves. En fait, si pour Camille, le problème était de rendre nécessaire l'étalonnage usuel d'une mesure pour pouvoir comparer des longueurs de manière universelle, il était également de faire comprendre aux élèves la fonctionnalité de l'étalon c'est-à-dire son report du début à la fin de la longueur et la somme de ces reports comme mesure de la longueur. Du coup, au départ les élèves se sont focalisés sur le comment faire avec les bandes « étalon » distribuées et se sont posés, dans un second temps, le problème des mesures différentes obtenues par chacun des élèves ne permettant pas de comparaison. La fermeture du problème prend en compte les conditions et les obstacles. Cependant, Camille reste tournée vers la solution au problème, en donnant dès le début l'inducteur des bandes « prénoms », elle fournit aux élèves la condition d'un objet intermédiaire déjà étalonné pour comparer. Elle a imposé trop vite ces étiquettes, elle aurait pu laisser les élèves chercher un moyen (leurs doigts ou autre

chose...) afin qu'ils se rendent compte que cela n'était pas forcément efficace. Cette proposition d'aide très inductrice va avoir pour effet de fermer le problème et de restreindre les possibles et va de fait empêcher la construction de la condition du gabarit, notamment pour Bastien comme le montre l'extrait suivant :

Extrait du corpus	Problématisation de l'enseignante	Problématisation des élèves
<p>1. <b>Enseignante</b> : Je ferme ma trousse, et je ne laisse rien sur les tables... Nous avons un petit problème. Nous devons <b>classer ces bandes</b> de la plus grande à la plus petite. Mais nous ne pouvons pas les bouger, car elles sont <b>fixées aux tables</b>. Et nous ne pouvons <b>pas utiliser de règle graduée</b>.</p> <p>1. <b>Bastien</b> : On peut peut-être s'aider de <b>nos doigts</b> ?...</p> <p>3. <b>Enseignante</b> : <b>Oui, et pour vous aider un peu aussi, je vous ai préparé de petites étiquettes.</b></p> <p>4. <b>Emma</b> : J'ai vu mon prénom !</p> <p>5. <b>Enseignante</b> : Justement, c'est parce que chacun a le sien. J'ai aussi écrit vos prénoms pour que vous puissiez voir le sens dans lequel est votre étiquette. Chacun n'a le droit uniquement qu'à son étiquette.</p> <p>6. <b>Bastien</b> : <b>Même pas les crayons ?</b></p>	<p>Fermeture du problème par une consigne qui permet la focalisation des élèves sur les contraintes des données pour obliger le déséquilibre et faire émerger les outils-obstacles</p> <p>Inducteur potentiel qui donne déjà l'idée d'un étalon (étiquettes de longueurs différentes et qui va poser le problème de la comparaison des mesures : objet du cadre numérique). Passage trop rapide du cadre géométrique au cadre numérique (inducteur c changement de cadre). Sa potentialité est forte au niveau épistémologique mais faible au niveau cognitif (les élèves n'ont pas eu le temps de comparer. Arrivée trop tôt donne une efficacité faible</p>	<p>Condition du gabarit exprimée par Bastien</p> <p>Abandon d'une condition de niveau intermédiaire (l'utilisation d'un gabarit)</p>

### 2.3- Le recueil et l'analyse des données liées à la question de la problématisation des élèves

Les inducteurs de problématisation anticipés par Camille caractérisés par des bandes « étalon » de longueurs différentes selon les élèves, la mise en tableau des résultats ainsi que l'obligation d'apporter une légitimation à sa solution vont provoquer chez les élèves des effets en matière de problématisation c'est-à-dire une remise en question, une évolution de leurs obstacles. Nous proposons ici quelques exemples de cette analyse.

- Au début de la mise en situation deux élèves dévoilent les principes qu'ils tiennent pour vrai:

Emma met en œuvre au début de la séance un processus cognitif de perception. L'inducteur proposé (bandes) n'est pas pris en compte.

<p>34. <b>Emma</b> : Moi j'ai trouvé, c'est vert, rouge, jaune.</p> <p>35. <b>Enseignante</b> : Pourquoi ?</p> <p>36. <b>Emma</b> : Parce que le vert, quand <b>je l'ai vu</b>, je trouvais qu'il était plus petit que lui (le rouge)</p> <p>37. <b>Enseignante</b> : Ah oui, tu trouves qu'il est plus petit, mais comment le prouver ?</p> <p>38. <b>Emma</b> : Bein parce que celui-là (le rouge) est plus grand. Et qu'il est plus petit que lui (le jaune). Je sais que ça fait vert, rouge, et jaune.</p>
---

Bastien lui active la comparaison directe par juxtaposition. Les données de la situation vont contraindre Bastien à remettre en cause ce principe et à penser autre chose.

<p>39. <b>Bastien</b> : Pour le prouver, on peut les mettre l'un sur l'autre, et si la pointe dépasse l'autre, c'est qu'elle est plus grande</p> <p>40. <b>Enseignante</b> : Ah, mais regarde ! On ne peut <b>pas les déplacer, avec le scotch</b> !</p>
--

La demande de légitimation va obliger les élèves à justifier une réponse et donc à remonter vers les conditions du problème.

<p>37. <b>Enseignante</b> : Ah oui, tu trouves qu'il est plus petit, mais <b>comment le prouver ?</b></p> <p>38. <b>Emma</b> : Bein parce que celui-là (le rouge) est plus grand. Et qu'il est plus petit que lui (le jaune). Je sais que ça fait vert, rouge, et jaune.</p> <p>39. <b>Bastien</b> : Pour le prouver, on peut les mettre l'un sur l'autre, et si la pointe dépasse l'autre, c'est qu'elle est plus grande</p>
---

- Puis, nous allons assister à un changement de cadre : des grandeurs vers le cadre des mesures.

44. Enseignante : Je rappelle qu'on a le droit d'utiliser les petites étiquettes. **Comment allons-nous faire ?**  
 45. Bastien : Moi, je n'en sais rien  
 46. Alicia : Si, j'ai une idée ! Je mets l'étiquette là (sur le bord de la mine de son crayon), je la repose à côté) Et je continue jusqu'à la fin. Après, **je compte** les traits (le nombre de reports).  
 Alicia reporte la bande-unité, sur la bande colorée, et marque d'un trait chaque extrémité.

- Un peu plus tard, apparaît la construction d'une nécessité d'avoir un étalon conventionnel pour pouvoir comparer. Le sens de l'unité est en train de se construire.

145. Enseignante : ...tu vas pouvoir écrire tes résultats dans le tableau.  
 Nous observons le tableau

BANDE ROUGE : 19 cm	BANDE VERTE : 18 cm	BANDE JAUNE : 20 cm
Réponse Alicia : 7 Solution (étalon 2cm) : entre 9 et 10 reports	Réponse Alicia : 9 ou 8 Solution (étalon 2cm) : 9 reports	Réponse Alicia : 9 Solution (étalon 2cm) : 10 reports
Réponse Bastien : 9 Solution (étalon 1,5 cm) : entre 12 et 13 reports	Réponse Bastien : 13 Solution (étalon 1,5 cm) : 12 reports	Réponse Bastien : 14 Solution (étalon 1,5 cm) : plus de 13 reports
Réponse Emma : 6 Solution (étalon 3 cm) : entre 6 et 7 reports	Réponse Emma : 5 Solution (étalon 3 cm) : 6 reports	Réponse Emma : 7 Solution (étalon 3 cm) : plus de 7 reports

147. Bastien : Moi, j'ai 91314  
 148. Enseignante : C'est une réflexion intéressante, mais là, on est sur la mesure.  
 149. Bastien : **Ce ne sont pas les mêmes chiffres**  
 150. Enseignante : **C'est intéressant, ce qu'a dit Bastien: ce ne sont pas les mêmes chiffres. Pourquoi?**  
 151. Bastien : Bien si, les chiffres, ils se ressemblent, là il y a un 7 (bande rouge Alicia), et là il y a un 7 (bande jaune Emma)  
 152. Enseignante : **Et si on se concentre sur les résultats de la bande rouge? Pourquoi il n'y a pas les mêmes nombres?**  
 153. Emma : Parce qu'on n'a pas les mêmes étiquettes!  
 154. Enseignante : **C'est parce que les étiquettes ne sont pas pareilles qu'on n'a pas les mêmes mesures?**  
 155. Alicia, Bastien : Oui

- L'inducteur porté par la mise en tableau des mesures n'a pas réellement été porteur de problématisation. C'est davantage l'incitation des élèves à utiliser un objet transactionnel (« pas de règle, je vous ai préparé des bandes ») qui va avoir un impact. En effet, le savoir est quasiment exposé puisque les élèves, à partir du fait qu'ils ne peuvent pas utiliser la règle n'ont plus qu'à conclure qu'il serait possible d'utiliser autre chose et cet autre chose est directement proposé par Camille. Là encore, Camille ferme le problème et ne permet pas que les élèves trouvent d'une manière la plus indépendante possible de l'enseignant qu'il serait possible d'utiliser un objet transactionnel. Ensuite, c'est beaucoup plus simple, il suffit de proposer des bandes unités différentes pour que les élèves se rendent compte effectivement que pour comparer des longueurs inamovibles, il faut utiliser le même objet tiers. Cette fermeture forte du problème va, cependant, provoquer un incident critique auguré par Bastien, celui de l'impossibilité de comparer les mesures obtenues par tous les enfants. Celui-ci ira même jusqu'à proposer la solution que les élèves choisissent sa propre bande étalon. Cet incident critique provoqué par Bastien et repris pertinemment par Camille comme quelque chose d'important va avoir un statut d'inducteur puisqu'il va permettre aux élèves de poser un nouveau problème celui du choix d'un étalon unique pour tous c'est-à-dire l'avancée du problème vers l'unité usuelle. On peut donc dire que l'effectivité de l'inducteur va être plus « intense » car Camille va s'appuyer sur la réflexion d'un élève, réflexion à laquelle elle va attribuer un statut d'inducteur dans la classe. De fait, les élèves vont découvrir que les bandes « étalon » étant différentes, ils ne peuvent pas obtenir chacun les mêmes mesures des longueurs pour les bandes rouge, jaune, vert. Ils sont d'accord sur le rangement des longueurs (jaune, rouge, verte) mais le

problème numérique se pose. Nous assistons ici à un incident critique qui pose le problème d'une unité usuelle.

- La mise en comparaison des nombres obtenus par chaque élève pour une même bande de couleur va permettre l'élaboration d'un principe nouveau: « *plus l'étalon est grand plus la mesure est petite* » ainsi que la déduction de la nécessité d'un étalon commun.

156. <i>Enseignante</i> : <b>Alors, qui a les plus grandes mesures?</b>
157. Emma montre son étiquette: moi!
158. <i>Enseignante</i> : Les plus grandes mesures. Les mesures, se sont les nombres que nous avons inscrits dans le tableau.
159. <i>Bastien</i> : <b>C'est moi qui ai les plus grandes mesures!</b>
160. <i>Enseignante</i> : <b>Pourquoi?</b>
161. <i>Emma</i> : <b>Parce qu'il a la plus petite étiquette.</b>
162. <i>Enseignante</i> : Il a la plus petite étiquette, alors du coup, il a la plus grande mesure?
163. <i>Emma</i> : Oui, <b>parce qu'il compte plus de traits</b> , parce qu'il en a plus, parce que <b>son étiquette est plus petite.</b>
<b>Je cache la feuille</b>
165. <i>Enseignante</i> : Qui a la plus petite mesure, selon vous?
166. <i>Alicia</i> : Bastien.
167. <i>Enseignante</i> : Alors, l'étiquette, on va l'appeler une unité. Ça, c'est l'unité de Bastien, ça, c'est l'unité d'Alicia, et ça, c'est l'unité d'Emma. Et la longueur qu'on mesure, elle dépend de l'unité.
168. Mais du coup, ce n'est pas très pratique. Si Alicia dit « Je veux une bande de 7 », si Bastien fait la longueur avec son unité, ça va ne pas faire la même chose. Vous voyez bien que la longueur 7 de Bastien n'est pas la même que la longueur 7 d'Alicia. Comment peut-on faire pour avoir la même mesure de longueur?
169. <i>Bastien</i> : Il faut <b>qu'une seule unité. Il faut que tout le monde utilise la mienne.</b>
170. <i>Emma</i> : Il faut avoir <b>la même longueur d'unité pour faire les mêmes scores.</b>
171. <i>Enseignante</i> : Que peut-on faire pour avoir la même mesure d'unité?
172. <i>Alicia</i> : La même longueur
173. <i>Enseignante</i> : Je connais un instrument où tout le monde a la même longueur d'unité
174. <i>Emma</i> : Le même crayon

On voit également, dans cet extrait, ce que pourrait être un inducteur transformé par la situation de conduite en classe. Camille avait imaginé un inducteur visant la structuration des données en vue de dégager les conditions. Il s'agissait d'un exemple vrai, incarné par un élève fictif (Jules). Sa bande « unité » mesurait 2,5 cm, et il avait complété le tableau de solution attribuant à chaque bande de couleur sa mesure. En fait, l'anticipation de cet inducteur a permis à Camille de provoquer la comparaison des différentes mesures obtenues par les élèves pour la bande rouge. Ce qui a pu permettre aux élèves de poser le problème de l'unité usuelle, problème qui sera travaillé ultérieurement lors d'une autre séance.

Les éléments d'analyse que nous venons de fournir nous permettent d'avancer l'idée que la conception d'un dispositif de problématisation doit garantir **l'exigence de schématisation du réel** qui se manifeste dans le choix des données et leur adéquation aux conditions visées, **le déploiement par l'enseignant des données et des conditions du problème, la prise en compte des obstacles épistémologique et didactique repérés** et pour finir **le jeu** opéré entre **fermeture et ouverture du problème**. Nous avons constaté que ce dernier élément constituait une implication forte dans la qualité du processus de problématisation des élèves.

#### **4- Discussion et perspectives**

La mise en évidence d'éléments significatifs permet de mieux comprendre les résistances, les difficultés et les points sensibles pour concevoir des dispositifs de problématisation en classe. Pour rendre compte de l'étroite combinaison qui se met en place lors de la conception de dispositifs de problématisation, on pourrait s'appuyer sur les points mis en exergue tout au long de ce travail. Nous nous demandons donc à quelles conditions un dispositif d'enseignant/apprentissage pouvant prétendre à la problématisation des élèves. Pour les préciser, nous nous sommes référée à une situation d'enseignement/apprentissage portant sur la comparaisons de longueurs dans une classe de CE1. Nous avons développé l'idée qu'un dispositif de problématisation devait répondre à plusieurs exigences :

- La première est **une exigence de schématisation du réel** qui se manifeste dans le choix des données et leur adéquation aux conditions visées.

- La deuxième concerne le **déploiement par l'enseignant des données et des conditions du problème**
- La troisième envisage la **prise en compte des obstacles épistémologique et didactique repérés.**
- Enfin, aider les élèves à problématiser oblige à opérer un jeu sur le **degré d'ouverture du problème**, choix qui se situent entre deux limites : a) ne rien fournir aux élèves (la situation est alors ouverte) ; b) fournir aux élèves les données et les conditions du problème (la situation se ferme et l'énoncé du problème devient alors complet, comme l'énoncé de problème classique).

Ce jeu entre ouverture et fermeture du problème s'illustre dans notre recherche par l'idée d'inducteurs de problématisation dont nous voyons bien la portée dans ce dispositif. Notre repérage de ce qu'est parvenu à faire Camille en situation de classe et les difficultés qu'elle a rencontrées montrent la présence d'un système de tensions avec lesquelles les enseignants doivent composer. Ainsi par exemple doivent-ils :

- Prendre en compte et travailler les propositions des élèves dans la simultanéité dans des temps d'enseignement limités.
- Comprendre les interventions des élèves dans le champ disciplinaire en jeu, c'est-à-dire repérer l'émergence d'obstacles ou de conditions naissantes.
- Laisser se déployer dans le temps de l'interaction les mises en lien effectuées par les élèves sans « tuer » les débats d'idées par la proposition d'inducteurs qui ne sont que des ostensifs forts.
- Ne pas prendre le problème à sa charge mais le dévoluer aux élèves.

Notre recherche montre également que la prise en compte, en formation, des exigences posées dans cette étude pourrait permettre aux enseignants d'envisager et d'analyser des dispositifs d'enseignement/apprentissage porteurs de problématisation. Mais même « armée » de ces différents repères les choses ne vont pas de soi. L'aide à la conception de dispositifs de problématisation mérite réflexion. Elle oscille entre dire à l'enseignant ce qu'il doit faire et par ce fait automatiser sa conduite et le laisser dans un flou didactique et pédagogique. Il nous semble que ce jeu d'ouverture et de fermeture dont nous évoquons l'importance et que nous rendons visible par la notions d'inducteurs pourrait avoir un double enjeu. En effet, l'anticipation d'inducteurs de problématisation par l'enseignant pourrait non seulement avoir des effets sur les élèves en termes de problématisation mais également sur la mise en œuvre des autres exigences : la schématisation du réel, le déploiement des données et des conditions et la prise en compte des obstacles épistémologique et didactique. Ceux-ci pourraient constituer des aides à la décision, au contrôle en tenant compte des caractéristiques des savoirs à construire et des éléments contextuels que seul l'enseignant est susceptible de percevoir et d'intégrer en situation.

On pourrait envisager, à partir de ce travail, la mise au travail de deux types de problématisation celle de l'élève qui est tournée vers la construction des conditions porteuses de « l'universalité » des savoirs c'est à dire la manière experte de classer, de catégoriser et de structurer les données et celle de l'enseignant qui est tournée vers la construction de ces données qui vont avoir un statut de contraintes pour les élèves. Si la détermination des conditions, obstacles, données, problème, solution est essentielle dans la conception de situation-problème et montre un processus de problématisation chez l'enseignant, elle ne peut s'envisager que dans et par un aller-retour permanent entre ces différents éléments. Les inducteurs de problématisation pourraient permettre la mise en interaction de ces différents éléments par leurs portées épistémique, cognitive et argumentative. De ce fait, il nous semble que la mobilisation du modèle du losange et des inducteurs de problématisation dans le cadre de la formation des enseignants pourrait engager un travail de problématisation des savoirs à enseigner nécessaire à la conception de dispositif de problématisation.

## Bibliographie

- Artigue M. (1991) *Epistémologie et didactique*. Recherche en didactique des mathématiques. Vol 10/2.3. La Pensée Sauvage. Grenoble et de Douady et Perrin comme par exemple Douady R. et Perrin MJ. (1989) Un processus d'apprentissage du concept d'aire de surface plane. *Education Studies in Mathematics*, Vol 20 n°4.
- Astolfi J-P et Perterfalvi B. (1993) « Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales » - in *ASTER*, n°16.
- Astolfi J-P. (1992) *L'école pour apprendre*. Paris : ESF.
- Astolfi J-P. (2007) *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris.
- Astolfi J.P. (2010) *La savoir des savoirs*. Paris : ESF.
- Bachelard G. (1970) *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin (1937).
- Brousseau G. (1976) *La problématique et l'enseignement des mathématiques*. XXVII<sup>ème</sup> rencontre de la CIEAEM. Louvain la Neuve
- Brousseau G. (1970-1990) *La théorie des situations didactiques*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- Bruner J. (1973). *Le développement de l'enfant : Savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF
- De Vecchi et Carmona-Magnaldi N.(2002) *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris, Hachette.
- Douady R. « Jeux de cadre et dialectique outil-objet » - *Recherches en didactique des mathématiques*, n°7.2 pp.5-3.
- De Vecchi G.(2007) *Une banque de situations-problèmes : Tous niveaux*, Tome 1 et 2. Paris : Hachette.
- Douady R. et Perrin-Glorian M.J.(1984) « Aire de surfaces planes (1<sup>ère</sup> partie) » - *Petit x*, n°6, pp.5-33.
- Douady R. et Perrin-Glorian M.J.(1985) « Aire de surfaces planes (2<sup>ème</sup> partie) » - *Petit x*, n°8, pp.5-30.
- Fabre M. (1999) *Situations problème et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Fabre M. (2001) *Gaston Bachelard : la formation de l'homme moderne*. Paris : Hachette Education
- Fabre M. (2009) *Philosophies du problème et pédagogie de la connaissance* (Dewey, Bachelard, Deleuze, Meyer). Paris : Jean Vrin.
- Fabre Bachelard
- Fabre M.(2011) *Eduquer pour un monde problématique : la carte et la boussole*. Paris, PUF.
- Fabre, M. et Musquer A. (2009a) « Comment aider l'élève à problématiser ? Les inducteurs de problématisation » - *Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, Caen CERSE, vol.42,n°2.
- Fabre, M. et Musquer A. (2009b) « Vers un répertoire d'indicateurs de problématisation, analyse d'une banque de situations problèmes » - *Spirale-E, Revue de Recherches et Education* – Supplément électronique au n°43 (45-68).
- Lhost Y. et Scheeberger P. (2009) « Le rôle de l'enseignant dans l'évolution du questionnement des élèves en classe de SVT » - Colloque du réseau PROBLEMA, Université de Porto, Juin 2009.
- Musquer A. (2011) « Les inducteurs de problématisation une aide à l'élaboration de situations problèmes » - *Les dossiers des Sciences de l'éducation (CREFI)*.
- Orange C. (2005) « Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique » - *INRP- ASTER- N° 40, 3Problème et problématisation* », Lyon.
- Orange C. (2005a) « Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques » - *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, vol. 38, n°3. Caen : CERSE.

Piaget J. (1967) *La psychologie de l'intelligence*, Paris : A Colin.

Piaget J. (1970) *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé

Richard J.F. (1990). *Les activités mentales : Comprendre, raisonner, trouver des solutions*.

Editions Armand Colin, U Psychologie, Paris.

Vergnaud G. (1989) « Difficultés conceptuelles, erreurs didactiques et vrais obstacles épistémologiques dans l'apprentissage des mathématiques » - in *Construction des savoirs, Obstacle et conflits* (Nadine Benarz et Catherine Garnier ed), Agende d'ARC inc Ottawa.

Vergnaud, G. (1989). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne : PeterLang.

Vergnaud, G. (1989). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne : PeterLang.

Vergnaud G. (1990). « La théorie des Champs Conceptuels » - Recherche en didactiques des mathématiques.10 (2. 3) 133-170.