

# Didactique de la mécanique

Les interactions entre deux lieux de formation à travers l'analyse de la conception d'un accouplement mécanique par des apprentis : une expérience de problématisation et d'ajustements méthodologiques.

## RÉSUMÉ

---

La formation initiale par alternance repose sur l'articulation de deux lieux de formation (un Centre de Formation d'Apprentis et une entreprise). Les interactions en découlant ne sont pas sans conséquences au niveau des apprentissages et de la construction des savoirs par les apprentis. Pour dépasser cette simple affirmation, nous revenons sur un parcours de recherche qui prend appui sur une séquence de construction mécanique, portant sur l'étude de la conception d'un accouplement à plateaux par des apprentis de seconde. Nous postulons que la construction mécanique est une discipline scientifique qui repose sur une épistémologie spécifique. De par sa position centrale, entre les enseignements scolaires et professionnels, elle est le lieu de la mise en tension des deux lieux de formation. En prenant appui sur le cadre théorique de la problématisation, nous avons imaginé une séquence forcée qui nous a permis de déceler des traces d'interactions entre les savoirs scolaires et les savoirs professionnels. Pour atteindre cet objectif, nous avons été amenés à faire des ajustements de la méthodologie initiale. Cet article est donc l'occasion de présenter ces ajustements qui se situent au niveau de la conception de la séquence, mais aussi au niveau des analyses et de leurs mises en forme.

Loïc **PÉLOIS**,  
Master MEEF  
Parcours Enseignement  
Expertise Apprentissage  
ESPE Académie de Nantes

## MOTS CLÉS :

---

accouplement mécanique, alternance, apprentissage, conception, méthodologie, problématisation.

## CONTEXTE DE LA RECHERCHE

La formation en alternance est définie comme une formation alliant le scolaire et le professionnel. Pour dépasser cette affirmation, nous la questionnons du point de vue didactique. En observant les traces d'interactions entre le centre de formation (CFA) et l'entreprise, nous souhaitons étudier ces caractéristiques qui rendraient cette formation en alternance spécifique au niveau de la construction des savoirs par les apprentis. Notre problématique est d'aménager une méthodologie qui

Étudier cette formation en alternance au niveau de la construction des savoirs par les apprentis.

respecte le sens d'un cadre théorique initialement développé dans le champ scientifique des sciences de la vie et de la terre. Les objets de savoirs mobilisés par notre recherche s'appuient sur la construction mécanique qui est une discipline scolaire centrale dans cette formation professionnelle. Elle est en lien direct avec le monde de l'entreprise et se trouve à la jonction des disciplines scientifiques et professionnelles, tout en ayant ses propres spécificités didactiques<sup>1</sup>. Notre recherche s'appuie sur l'étude de la conception d'un manchon d'accouplement<sup>2</sup> (Annexe 1) qui est un mécanisme assurant une fonction de sécurité mécanique.

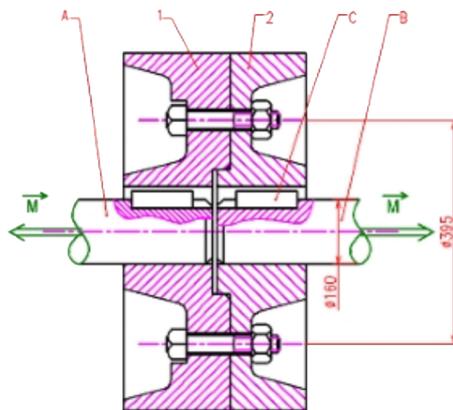
## SCHÉMA N°1

### Texte initial de la tâche proposée aux apprentis

1. Elle articule 4 modèles d'études (analyse, représentation, mécanique, technico-économique) qui étudient le réel technologique dans sa diversité.

2. Ce mécanisme transmet un couple par l'intermédiaire de boulons qui se cisailent en cas de surcharge.

#### Exercice 2



Un arbre A transmet un couple de 15000 N.m à un arbre B par l'intermédiaire d'un manchon d'accouplement à plateaux dont les 6 boulons sont répartis sur une circonférence de diamètre 395 mm. On considère que les boulons ne travaillent qu'en cisaillement.

- 1) Calculer l'effort tranchant  $T$  qui tend à cisailier chaque boulon.
- 2) Calculer le diamètre d'un boulon sachant que la résistance pratique au glissement est de  $20\text{N/mm}^2$ .
- 3) Quel est l'effort tranchant qui tiendra à cisailier chaque clavette ? En déduire la contrainte tangentielle correspondante. On donne pour la clavette C : Longueur 250mm, largeur 36mm, hauteur 20mm.

De plus, le contexte de cette recherche prend en compte un public original qu'il n'est pas coutume de rencontrer : une classe de seconde préparant un baccalauréat professionnel en alternance. Cet article nous permet de revenir sur ces réglages méthodologiques que nous avons opérés et sur une tentative originale de mise en forme des données collectées dans des diagrammes causes-effets. Avant d'exposer ces éléments,

nous précisons notre choix du cadre théorique de la problématisation et de la mise en place d'une séquence forcée (Orange, 2010). Ensuite, nous détaillons la chronologie et l'articulation des différents codages effectués, afin d'obtenir une modélisation des résultats sous la forme d'espaces de contraintes (Orange, 2005). Enfin, nous portons un regard réflexif sur notre travail à travers la discussion des éléments conclusifs.

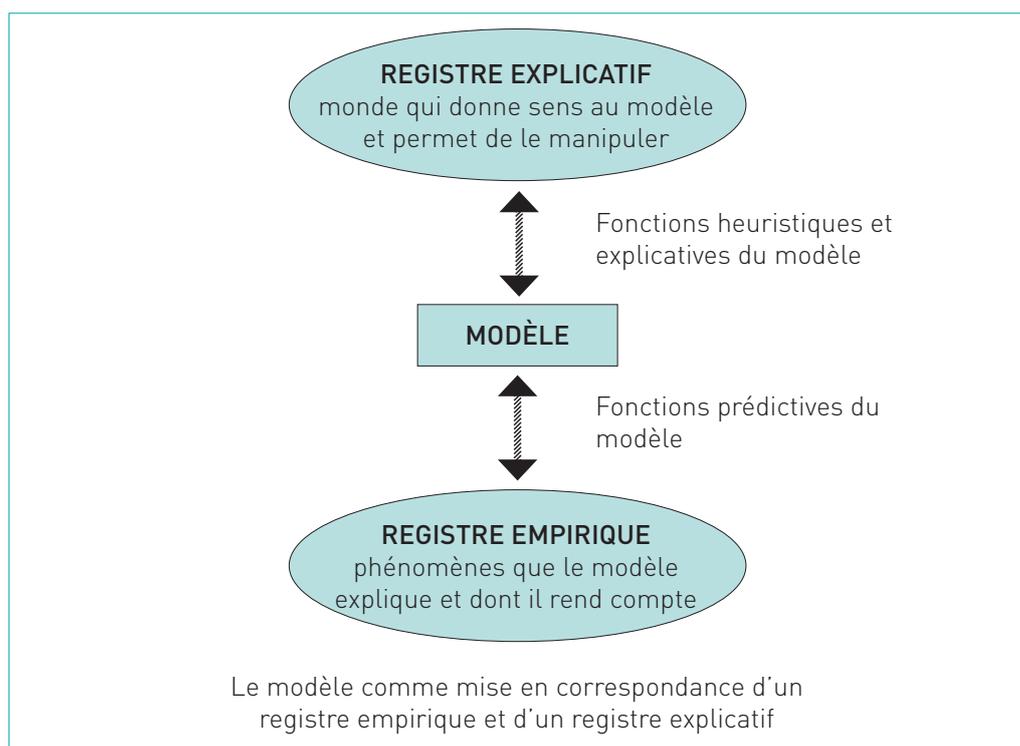
## LE CHOIX D'UN CADRE THÉORIQUE

Notre question de recherche est la suivante : « *Dans quelle mesure l'analyse de la conception d'un accouplement mécanique à plateaux, durant une séquence de construction mécanique, par des apprentis de seconde, est un facteur de la mise en relation des apprentissages entre deux lieux de formation ?* ». Nous avançons l'idée que la construction mécanique est une discipline scientifique ayant sa propre dimension épistémologique. Le cadre de la problématisation postule que les apprentissages sont liés à la construction du problème.

Cette construction se joue dans la mise en tension et l'articulation des nécessités et des données du problème. Les nécessités appartiennent au registre des modèles qui renvoie au monde des idées et des explications. Elles sont de l'ordre de l'apodictique et précisent en raison, pourquoi cela ne peut pas être autrement. Les données renvoient quant à elles à des contraintes empiriques en relation à l'expérience que fait le sujet du problème. Le schéma ci-dessous (Orange, 1997) expose les différents registres dans lesquels chemine la problématisation.

### SCHÉMA N°2

#### Trois registres qui permettent l'activité de problématisation



En référence à ce cadre, nous considérons alors que la conception d'un manchon par les apprentis est un problème explicatif qui fait appel à des savoirs de nature apodictique (Orange, 2007). Ce choix épistémologique nous a renvoyé deux questions méthodologiques : i) Comment organiser en classe un scénario de formation qui amène les apprentis à

problématiser ? ; ii) Comment documenter l'activité de problématisation des apprentis entre les dimensions professionnelles et épistémologiques (mécanique) ? Pour répondre à ces questions, nous avons emprunté et adapté différents outils utilisés par la problématisation. Le premier d'entre eux est la situation forcée (Orange, 2010). Elle vise à organiser un dispo-

sitif collaboratif entre le chercheur et l'enseignant. L'idée principale de cette démarche tient dans la volonté de produire et de forcer les phénomènes didactiques et le travail des problèmes de manière à les étudier. L'espace de contraintes (Orange, 2002, Lhoste, 2005, 2007 et Chalak, 2012) constitue le second de ces outils. Sa fonction est de documenter l'activité de problématisation des apprentis, à travers la mise en relation des données et des nécessités du problème. La mise en forme qu'il propose permet de révéler les mouvements de problématisation qui se jouent dans les relations que les apprentis construisent entre le registre empirique (les faits et phénomènes à expliquer) et le registre des modèles (où sont développés les explications) dans lesquelles se construisent les nécessités apodictiques. Pour tenter de répondre à notre question de recherche, nous avons adapté cet instrument méthodologique pour nous permettre de mettre en lumière les contraintes et nécessités relevant des registres explicatifs mécanique et professionnel. Ce sont ces adaptations que nous présentons dans la suite de cet exposé.

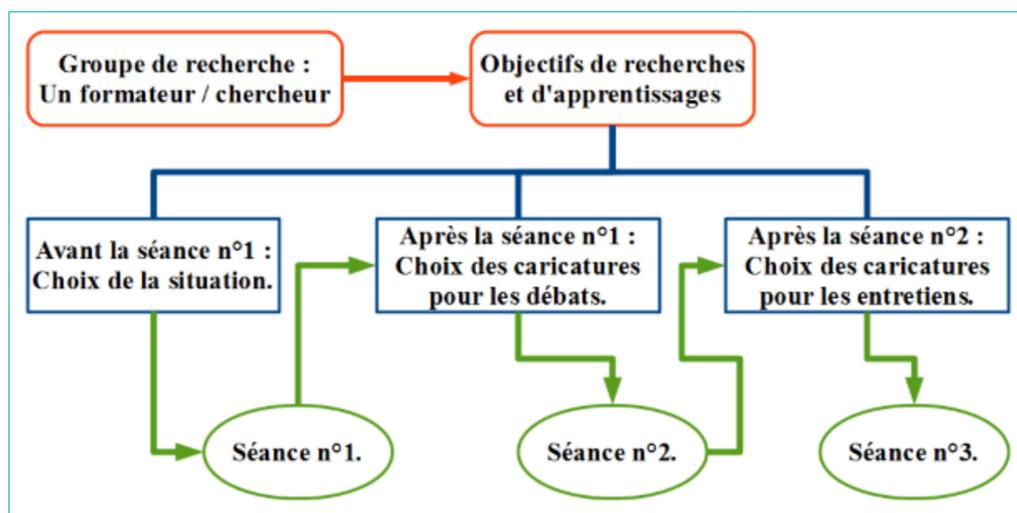
### FORCER LA PROBLÉMATISATION

Notre séquence forcée est composée de 3 situations forcées (séances 1 à 3) élaborées selon nos objectifs pédagogiques et de recherches. Chaque séance est construite en fonction de ces 2 objectifs et en fonction de la séance précédente. Ces ajustements inter-séances permettent de tenir compte d'éléments qui n'étaient pas visibles lors de l'analyse a priori (Orange, 2010). De plus, cette analyse conjointe nous permet de sélectionner des éléments qui sont réutilisés lors de la séance suivante. Nous avons forcé la prise en charge du problème dans 2 situations distinctes. i) A partir des productions initiales des apprentis (séance 1), nous avons sélectionné quelques unes d'entre elles qui concentrent des aspects prototy-

piques de leurs raisonnements. Ces exemples que nous avons appelés caricatures (Annexe 2) ont été livrés lors de la séance 2 comme point de départ à la controverse et au débat entre apprentis. ii) À partir de l'analyse de la séance 2, toujours dans cette intention d'amener les apprentis à argumenter et à se positionner sur le problème, nous avons utilisé un deuxième type de forçage inspiré des entretiens techniques controversés (Prével, 2015, p.29). La démarche vise à confronter l'acteur à l'observation d'un fonctionnement alternatif à celui qu'il a mis en œuvre. En l'invitant à la comparaison entre ce qu'il a fait et ce qu'il aurait pu faire, on cherche à faciliter l'ouverture des possibles et à générer de l'argumentation sur la manière dont le problème a été pris en charge. Nous avons donc sélectionné des réponses apportées par les apprentis lors de la séance 2, puis lors de la séance 3, avec chacun des 7 apprentis de la classe, nous avons organisé des entretiens individuels (nommés ETC par la suite) dans lesquels les réponses qu'ils ont adaptées en séance 3 se trouvent controversées par les éléments recueillis lors de la séance 2. Le schéma qui suit formalise le déroulement de la séquence forcée.

### SCHÉMA N°3

#### Construction des situations a priori et a posteriori par le groupe de recherche



#### AJUSTEMENT DES OUTILS D'ANALYSE

Précédemment, nous avons indiqué comment nous avons essayé de faire vivre le problème auprès des apprentis. Dans cette partie, nous relatons les ajustements progressifs que nous avons opérés pour traiter les données de cette étude et faire en sorte qu'elle permette de répondre à notre question initiale.

#### La définition de catégories et de thèmes à partir de l'analyse de la séance 3

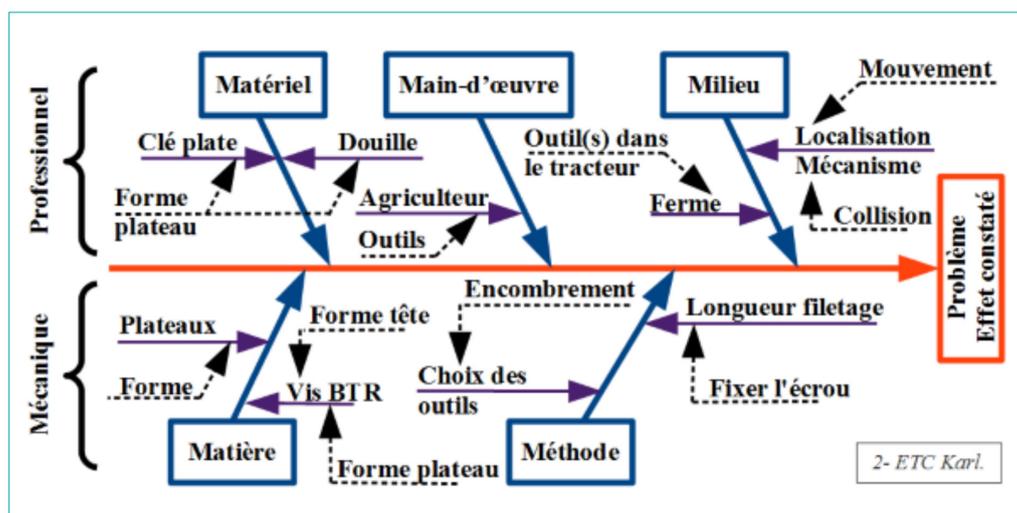
Pour repérer les éléments saillants qui méritent une analyse et, pour formaliser le déroulement de la séquence, nous avons opéré une mise en forme chronologique. Nous avons utilisé à cet effet, le synopsis que propose Tiberghien et al. (2007). Il permet une mise à plat des événements de la séance, fixe les caractéristiques déterminées au préalable par l'enseignant et le chercheur (Annexe 3). A la suite de cette première organisation du corpus, il nous fallait trouver des catégories qui permettent de rassembler les échanges et les activités des apprentis qui rendent compte des tensions entre les registres du

professionnel et du mécanique. Pour repérer les différentes positions des apprentis durant les phases de débats des différentes séances, il nous a semblé intéressant de traiter en amont les ETC réalisés lors de la séance 3 dans laquelle les arguments des apprentis sont les plus nombreux. L'analyse des transcriptions des ETC vise à ajuster notre grille de lecture en faisant apparaître des thèmes qui reviennent régulièrement pour prendre en charge le problème. Pour les repérer et les caractériser, nous avons mobilisé et adapté les diagrammes causes-effets<sup>3</sup>, afin de traiter cette partie du corpus de manière logique et non plus chronologique.

Pour repérer les éléments saillants nous avons opéré une mise en forme chronologique.

3. Ces diagrammes causes-effets sont des représentations graphiques des causes aboutissant à un effet et pouvant être utilisés dans le cadre de recherche de cause d'un problème, lors de la mise en place d'un projet.

## SCHEMA N°4 Diagramme causes-effets issu des ETC



Ces investigations nous ont permis de faire ressortir 6 thèmes relatifs à la prise en charge du problème.

Ce diagramme admet un axe orienté vers l'effet constaté, sur lequel se greffe les moments de problématisation des solutions constructives du mécanisme par l'apprenti. La forme du diagramme a été modifiée, afin de l'adapter à notre recherche. Les 5M (Matériel, Matière, Main-d'œuvre, Méthode, Milieu) sont positionnés en

fonction de leurs relations avec les registres explicatifs relevant du professionnel (partie supérieure) et du mécanique (partie inférieure). Le registre explicatif mécanique prend une dimension épistémologique puisqu'il rassemble des éléments techniques que l'on peut qualifier d'apodictiques, contrairement au registre explicatif professionnel que nous considérons plutôt dans sa dimension pragmatique. De plus, les raisons des causes représentées par des flèches en traits interrompus ne sont pas cantonnées à l'un des registres explicatifs ; une raison expliquant une cause mécanique peut naître dans le registre professionnel, et vice versa.

Cette schématisation filtre les données issues des ETC. Elle donne des indications sur des fonctionnements persistants des apprentis. L'analyse de leurs explications laisse apparaître les indicateurs d'une résistance et/ou

modification de leurs conceptions initiales du problème. Après ce premier temps d'analyse, nous avons pu réaliser un inventaire puis un classement des causes et des raisons possibles. Ils reposent sur la distinction entre les données relevant du champ scolaire et du champ professionnel, puis du registre empirique et du registre des modèles. Ces premières investigations nous ont permis de faire ressortir 6 thèmes relatifs à la prise en charge du problème et servent d'indicateurs pour l'analyse des séances 1 et 2 (Annexe 4).

### Un codage préfigurant la construction d'espaces de contraintes en technologie

Le codage a priori, nous a permis d'analyser les données relatives aux ETC et de faire ressortir des thèmes servant d'indicateurs pour l'analyse des séances 1 et 2. Dans l'étape que nous présentons maintenant, nous cherchons à détailler comment le travail de ces thèmes fait évoluer la prise en charge du problème par les apprentis. Pour documenter l'activité de problématisation des apprentis, nous mobilisons une méthodologie de construction des espaces de contraintes (Orange, 2002). Ils rendent « compte de la problématisation qui a lieu pendant certains débats scientifiques en classe, problé-

### Amener les apprentis à raisonner la fonction.

matisation qui permet la construction des concepts scientifiques » (Lhoste, 2007, p. 2). La première phase de tri, de l'analyse a posteriori, correspond à la catégorisation des propositions des apprentis dans le champ empirique ou le champ des modèles (Lhoste, Peterfalvi & Orange, 2007). Pour saisir la tension entre la dimension scolaire et professionnelle du problème, nous avons encore affiné ce codage, en retenant 3 catégories qui distinguent les relations entre registre et contrainte. Nous les codons dans l'une des 2 catégories (empirique, modèle) en fonction du type d'arguments utilisés. Le tableau n°1 illustre un exemple portant sur le choix d'utilisation d'une goupille. La situation devait amener les ap-

prentis à concevoir et raisonner la fonction de cette pièce, mais ils sont restés sur une logique d'exécution en se contentant de prévoir changer la pièce sans en examiner son fonctionnement. Cette confusion tient dans une analyse épistémologique insuffisante du mécanisme qui n'aborde pas les contraintes de normalisation des vis. Ils construisent une partie du problème, sans en comprendre la dimension globale. En effet, la forme et la taille des vis (servant à l'assemblage des plateaux) sont imposées par des nécessités techniques (arrêt en rotation, longueur normalisée). Leurs expériences et connaissances professionnelles tiennent compte partiellement de ces nécessités, ainsi ils s'adaptent à bon marché plutôt que d'examiner les raisons du problème.

**TABLEAU N°1**  
**Codage des argumentations des apprentis et relations établies entre les différents registres**

Nom :		Séance n°2 - Reprise sujet (07/05/15)	01:26:48		
N°	Int.	Transcriptions	<i>RE/CE</i>	<b>RM/CM</b>	<u>RE/CE</u>
113	Sa	une goupille c'est pas assez solide, bah <b>si ça sert même pour la sécurité, une goupille « Mécanindus »</b>		<b>RM</b>	CE

Expliquons plus en détails ce codage. Suivant Yann Lhoste (2007), « nous considérons comme contrainte un déjà là convoqué dans un raisonnement actuel, alors qu'une nécessité serait un construit nouveau sur la base d'un raisonnement ». Ainsi, les 3 dernières colonnes du tableau formalisent ce triage des données (*RE/CE* ; **RM/CM** ; RE/CE) et affinent encore le codage :

- La colonne (*RE/CE*) regroupe les interventions relevant des savoirs scolaires (ces savoirs sont construits par les apprentissages réalisés au CFA) ; nous les repérons par le style *italique*. Elles sont codées en fonction de leurs appartenances aux registres empiriques et/ou contraintes empiriques. Dans cet exemple, l'utilisation de la

goupille montre que les apprentis n'ont pas pris en compte les données initiales du problème (utilisation d'un boulon de cisaillement).

- La colonne (RE/CE) concerne les interventions relevant des savoirs professionnels (ces savoirs sont construits durant les périodes de formation en entreprise) ; nous les repérons par le style soulignage. À l'image de la colonne (*RE/CE*), elles sont codées en 2 catégories (registre empirique et/ou contrainte empirique). Nous retenons l'argument de sécurité avancé par l'apprenti et le classons dans cette colonne (*RE/CE*) puisque l'apprenti s'appuie sur son expérience professionnelle pour avancer l'argument de sécurité (savoir professionnel). Nous le codons contrainte empi-

rique (CE) puisqu'il mobilise en effet, ici, l'usage habituel des goupilles dans son entreprise (résister) au lieu de mobiliser une nouvelle fonction de la goupille (le cisaillement dans sa dimension de fusible mécanique).

- La colonne du tableau **(RM/CM)** code les interventions relevant des registres et/ou des contraintes sur les modèles (ces interventions s'appuient sur les 2 autres colonnes et sont en rapport avec le problème de conception à résoudre), nous les repérons par le style **gras**. Une même intervention peut être codée dans plusieurs colonnes (*savoir scolaire*, *savoir professionnel* ou **relevant des modèles**) et prendre le statut de registre ou de contrainte. Nous classons aussi l'argument de sécurité dans cette colonne (argument relevant des **modèles**). Il est utilisé par l'apprenti en lien avec le mécanisme étudié, nous supposons qu'il considère la résistance aux efforts comme un élément important sans pour autant saisir la fonction globale de la goupille dans le mécanisme. Cependant, nous le classons dans les registres des modèles **(RM)**, puisque la goupille ne doit pas résister, mais au contraire, se cisail-ler au-delà d'un certain effort.

Cet exemple illustre la distinction que nous faisons entre registre et contrainte. D'une part, nous qualifions de contrainte, les arguments qui se rapportent uniquement au problème de conception de l'accouplement. Ils sont valides au niveau technique et tiennent compte des données (ou contraintes) disponibles. D'autre part, les arguments codifiés registre peuvent être techniquement valides, sans se rattacher au problème ou, au contraire, techniquement invalides tout en traitant du problème. L'étude de cette mise en relation, nous permet de les relier avec l'un des 2 registres explicatifs<sup>4</sup>. Le registre explicatif mécanique prend une dimension épistémologique puisqu'il rassemble des éléments techniques que l'on peut qualifier d'apodictiques, contrairement au registre explicatif professionnel que nous considérons plutôt

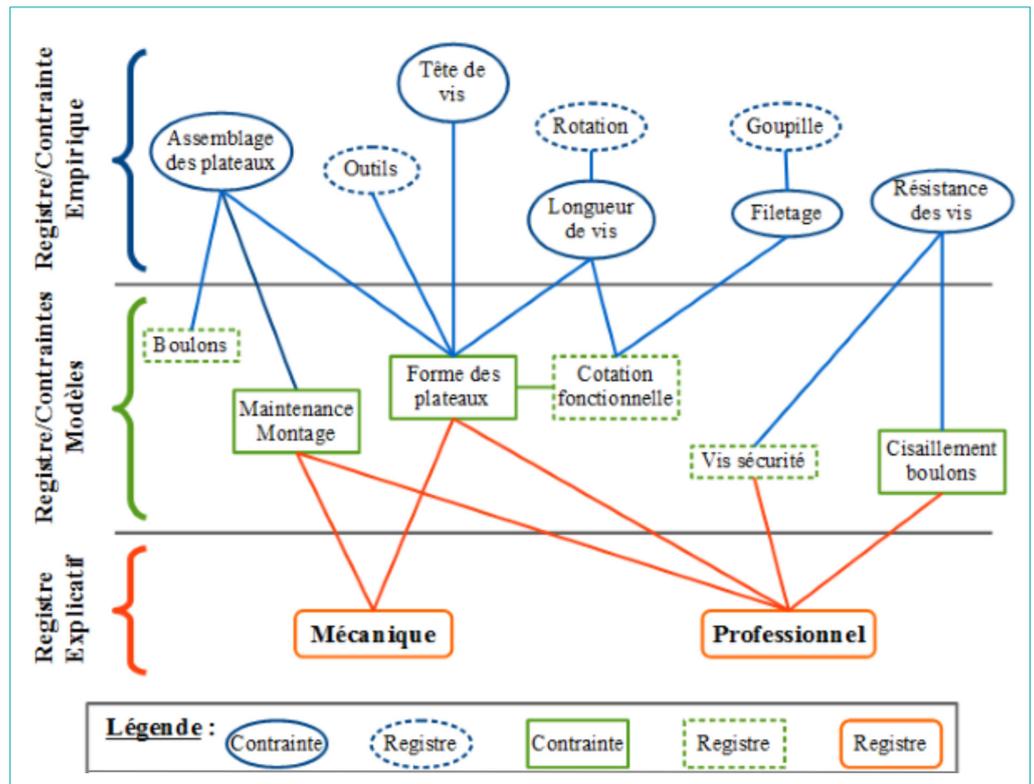
dans sa dimension pragmatique. Ce dernier concentre des éléments qui sont les signes d'une argumentation utilitariste des apprentis. La solution technique prend alors le dessus sur la démarche pour y arriver, évinçant ainsi la prise en compte des autres possibles. Une intervention prenant ce double statut (mécanique et professionnel) est le signe d'une mise en tension entre les éléments du registre empirique et du registre du modèle. Elle est alors l'indice d'une problématisation, car elle met en relation des contraintes et des nécessités dans la construction du problème.

#### Des mises en relation pour élaborer des espaces de contraintes

Dans les espaces de contraintes, on cherche à formaliser et regrouper l'ensemble des tensions et relations repérées dans l'argumentation des apprentis. Cette modélisation fait apparaître une dynamique des débats et les raisonnements des apprentis. Elle est formalisée dans le schéma suivant :

4. *Le registre explicatif organise les façons de mettre en relation les éléments du registre empirique, celui du modèle et le type d'explication avancé (Lhoste et al., 2007).*

## SCHÉMA N°5 L'espace de contraintes des séances 1 et 2



Nous avons établi une série de relations (représentée par des traits) entre les différents registres (empirique, modèle et explicatif). Elles indiquent un traitement systématique de ces contraintes par les apprentis. Par exemple, l'assemblage des plateaux fait partie du registre empirique, cette contrainte est imposée et non négociable. Elle oriente d'autres contraintes du registre empirique (choix des têtes et des longueurs des vis). Cet ensemble de contraintes impose la nécessité « Forme des plateaux » dans le registre des modèles. Le registre explicatif professionnel repose sur l'utilisation des vis pour réaliser l'assemblage des plateaux. Les raisonnements permettant d'arriver à cette conclusion sont construits à partir d'un fait admis ou constaté durant leur formation en entreprise pour en tirer une conclusion relative au problème de conception posé. Formalisé ainsi le schéma, nous donne à voir l'ensemble des raisonnements et des résistances des apprentis et ainsi, répondre à notre question de re-

cherche. Ainsi, les apprentis ont mis en relation la contrainte d'assemblage avec les nécessités de maintenance et de forme des plateaux en utilisant un registre explicatif professionnel.

Lors des débats, les apprentis ont utilisé des arguments prenant en compte l'environnement du mécanisme : utilisation du mécanisme dans un champ, type d'outils disponibles, maintenance du mécanisme. On peut alors se demander pourquoi l'on observe majoritairement l'utilisation du registre explicatif professionnel. Nous pensons que les débats se sont faits entre professionnels, c'est à dire que les apprentis se sont laissés prendre au jeu de l'argumentation. En effet, au-delà du problème posé, ils avaient à cœur de contredire leurs camarades pour montrer une certaine expertise du monde professionnel.

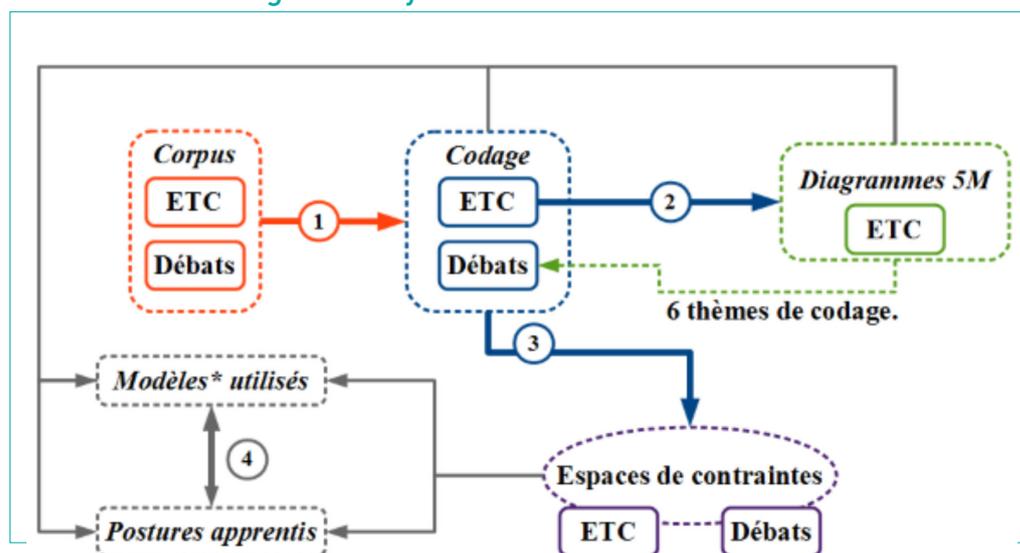
### Retour sur l'ensemble de notre démarche

Expliquons maintenant comment ces différentes opérations se sont organisées progressivement pour constituer notre méthodologie et créer les espaces de contraintes relatifs à notre corpus, afin de pointer les interactions entre les deux lieux de formation ; lors d'une séquence por-

5. Nous parlons de prototype pour différencier les modèles\* didactiques de la construction mécanique et les modèles de la problématisation.

tant sur la conception d'un manchon d'accouplement. Notre méthodologie dans le traitement des données du corpus, nous a amenés à utiliser des représentations diverses (codages, diagrammes, postures, prototypes<sup>5</sup>, espaces de contraintes). Nous proposons maintenant d'en expliquer les articulations à travers le schéma suivant :

### SCHÉMA N°6 Chronologie d'analyse et schématisation des données



Notre point de départ se situe au niveau des données (transcriptions et traces diverses) extraites du corpus (une séquence divisée en 3 séances). La première étape de notre analyse a consisté au codage des ETC, suivant la méthode précédemment développée (étape n°1 dans le schéma). A partir de ces tableaux de codages, nous avons réalisé les diagrammes 5M se rapportant à chacun des ETC (étape n°2). Ces représentations sont à l'origine des 6 thèmes qui nous ont permis de classer les données des débats, en utilisant le tableau de codage (tableau n°1). La formalisation des espaces de contraintes provient donc de ces tableaux (étape n°3). Ces ajustements et ces mises au point progressives nous ont permis de formaliser notre démarche et nos outils. Une fois stabilisés nous avons pu reprendre l'analyse pour les deux

premières séances. Une chronologie d'analyse différente n'aurait pas permis de détecter finement dans ces séances les interventions des apprentis que nous avons regroupées et qualifiées de thèmes par la suite. Nous pensons qu'ils prennent une dimension importante dans l'observation des moments de construction du problème par les apprentis. Leur présence, lors de la séance 3, nous fait penser qu'ils sont des indicateurs de résistance et/ou modification des représentations de l'apprenti.

### DISCUSSION ET REGARD RÉFLEXIF

La problématisation permet de forcer une séquence relative à la conception d'un mécanisme. La méthodologie relative à ce cadre nous amène à observer des nécessités par la mise

en tension des registres empiriques et des modèles, à l'intérieur de 2 registres explicatifs (mécanique et professionnel). L'analyse des nécessités nous indique la construction du problème par les apprentis et la construction de connaissances techniques et professionnelles. Ces observations ne sont possibles qu'en tordant les outils et les méthodes utilisées initialement dans le cadre de la problématisation en SVT pour les adapter

**Une méthodologie n'est pas une procédure à appliquer, elle se construit en fonction de la question posée.**

à notre question de recherche (la construction mécanique et la formation alternée). Une méthodologie n'est pas une procédure à appliquer, elle se construit en fonction de la question posée.

Mobiliser des prototypes de la construction mécanique place cette discipline dans une épistémologie particulière. Les problèmes mécaniques ne sont pas des problèmes scientifiques de même nature que ceux qui sont pris en charge en SVT. La mécanique ici est une branche de la technologie qui se propose de répondre à des problèmes techniques à l'aide de concepts scientifiques établis et de choix de matériels adaptés. L'exploration des possibles interroge les conditions de leurs fonctionnements, mais la dimension technique des objets étudiés focalise les apprentis sur une solution. Ils ont du mal à prendre la distance nécessaire à l'étude du problème. Pour les professionnels, il

faut que cela marche. En SVT, l'exploration des possibles porte sur des explications relatives aux phénomènes du vivant. Dans le cadre de la problématisation, les deux disciplines ont toutefois en commun une forme de recherche dans laquelle les raisons des phénomènes sont fondées et pas seulement constatées dans des faits.

Les relations entre les savoirs techniques et professionnels s'accompagnent d'une mise en relation du CFA et de l'entreprise. Le croisement des savoirs par les apprentis montre que la formation alternée est une co formation, les acteurs interagissent dans la construction des savoirs problématisés qui sont à la fois professionnels et épistémologiquement fondés. Ce type de formation colorent les savoirs, en reliant deux mondes : les mondes scolaire et professionnel. Cela ne doit pas faire oublier les conséquences d'une construction collective du savoir. La co formation questionne le formateur et le tuteur dans ses pratiques, du point de vue de la construction des savoirs. Les obstacles professionnels et techniques transforment les pratiques et obligent la formation à devenir dynamique. Sinon le risque est de revenir à une formation déconnectée entre le CFA et l'entreprise. Ce regard sur la mise en relation de ces deux mondes invite la collaboration dans l'alternance autour des contenus et des démarches d'aide à la problématisation qui permettent de les faire vivre ■

## BIBLIOGRAPHIE

Chalak, H. (2012). Problématisation et construction de textes de savoirs dans le domaine du magmatisme au collège. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 6, 119-160.

Lhoste, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3ème sur le thème de la nutrition. *Aster*, 2005, 40 « Problème et problématisation ».

Lhoste, Y., Peterfalvi, B. & Orange, C. (2007). Problématisation et construction de savoir en SVT : quelques questions théoriques et méthodologiques. *Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation*.

Lhoste, Y. & Orange, C. (2015). Quels cadres théoriques et méthodologiques pour quelles recherches ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 11, 9-24.

Orange, C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 35 (1), 25-42.

Orange, C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40, 3-11.

Orange, C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre ? *Éducation et didactique*, 1(2), 37-56.

Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en Éducation*, Hors série N°2, 73-85.

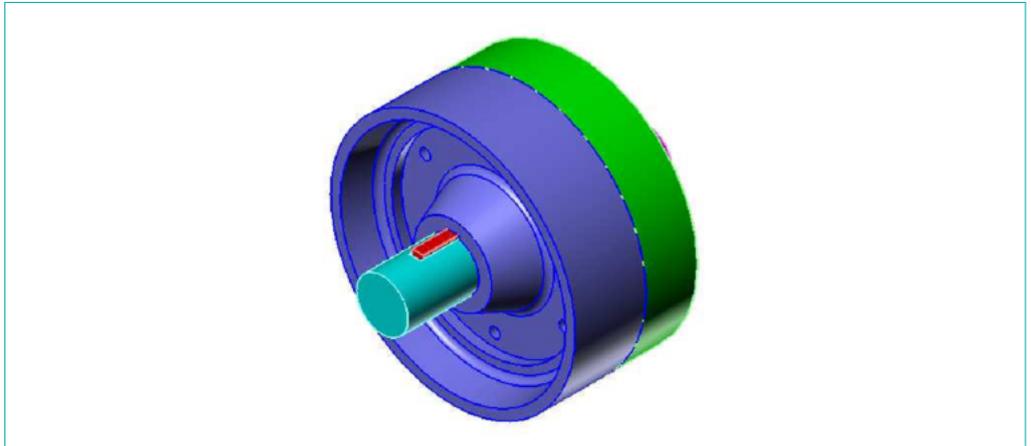
Prevel, S. (2015). Controverse et formation : une étude empirique autour d'un format d'entretien professionnel. *Recherches en Éducation*, Hors Série 7, 29-41.

Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., Souassy, N., & Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Éléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves*. 93-122. Rennes : PUR.

## ANNEXES

## ANNEXE N°1

## Modélisation numérique de l'accouplement à plateaux



Ce mécanisme se place entre un élément tournant du tracteur et entraîne un outil. Si l'outil venait à s'arrêter de tourner brusquement, le manchon d'accouplement empêcherait une casse du moteur, en jouant ainsi le rôle d'un fusible « mécanique ».

## ANNEXE N°2

## Caricatures des vis distribuées à la séance 2

				DOCUMENT TRAVAIL 02			
<p><b>Proposition A.</b> Avantages Inconvénients</p>		<p><b>Proposition D.</b> Avantages Inconvénients</p>					
<p><b>Proposition B.</b> Avantages Inconvénients</p>		<p><b>Proposition E.</b> Avantages Inconvénients</p>					
<p><b>Proposition C.</b> Avantages Inconvénients</p>				<p><b>Synthèse : Choix retenue(s)</b></p>			
<p>Licence d'éducation SolidWorks A titre éducatif uniquement</p>				<p>2014-2015 MEEF - IRE</p>		<p>Construction mécanique. Manchon d'accouplement.</p>	
<p>Prénom : _____</p> <p>Date : _____</p>						<p>Echelle 1:2 Format : A3 Paysage</p>	

Les « caricatures » utilisées dans ce document ont des caractéristiques géométriques et dimensionnelles différentes : forme des têtes de vis, filetage partiel ou total du corps, longueur de la vis.

### ANNEXE N°3

#### Tableau synoptique de la séquence forcée

Séance	Phases	Organisation de la classe	Productions langagières	Forme des écrits produits	Nature des écrits	Auteur des écrits
1	a	Collective	Échanges oraux Débat collectif «Arguments oraux»	Plan d'ensemble et textes initiaux au tableau	Écrits de lancement du sujet	Formateur
	b	Individuelle	Écrits individuels Productions explicatives	Texte sur feuille de classeur Maquette numérique	Écrits initiaux	Apprenti
		Collective	Échanges oraux Débat collectif «Arguments oraux»			Groupe classe
2	a	Collective	Échanges oraux Débat collectif «Arguments oraux»	Plan d'ensemble modifié et caricatures, au tableau	Écrits de reprise du sujet	Formateur
		Individuelle	Écrits individuels Productions explicatives ou de raisons	Texte sur feuilles des caricatures		Apprenti
		Collective	Échanges oraux Débat collectif «Arguments oraux»	Plan d'ensemble et texte initiaux, plan modifié au tableau		Écrits intermédiaires
	b	Individuelle	Écrits individuels Productions explicatives	Maquette numérique	Apprenti	
		Collective	Échanges oraux Débat collectif «Arguments oraux»		Groupe classe	
	3	a	Individuelle	Échanges oraux Débat et controverse «Arguments oraux» Explicatifs ou de raisons	Maquette numérique et captures d'images	« Écrits terminaux » (oraux)

## ANNEXE N°4

### Les six thèmes servants d'indicateurs à l'analyse

Les diagrammes 5M ont fait ressortir les six thèmes suivants :

- le type de tête de vis ;
- la longueur de la vis ;
- la longueur et le type de filetage ;
- la résistance de la vis ;
- l'assemblage des deux plateaux ;
- l'interprétation du plan d'ensemble.