



LABORATOIRE DE DIDACTIQUE
ANDRÉ REVUZ



Impact des pratiques enseignantes sur les apprentissages des étudiants : le cas des équations différentielles en première année d'université

Stéphanie BRIDOUX

WEJCH 2025

Contexte du travail

- Étude des pratiques enseignantes en cours magistraux (CM).
→ travaux du groupe « enseignants du supérieur » du LDAR (Bridoux et al., 2023)

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Contexte du travail

- Étude des pratiques enseignantes en cours magistraux (CM).
→ travaux du groupe « enseignants du supérieur » du LDAR (Bridoux et al., 2023)

Questionnement général

Quels sont les liens entre les pratiques enseignantes en CM et la manière dont les étudiants reçoivent ces pratiques ?

Contexte du travail

- Étude des pratiques enseignantes en cours magistraux (CM).
→ travaux du groupe « enseignants du supérieur » du LDAR (Bridoux et al., 2023)

Questionnement général

Quels sont les liens entre les pratiques enseignantes en CM et la manière dont les étudiants reçoivent ces pratiques ?

- Étude du discours d'un enseignant qui enseigne les équations différentielles à des étudiants de L1 et confrontation de ses pratiques au vécu des étudiants.
- Quels résultats peuvent émerger de ce type d'études (études de cas, analyses qualitatives) ?

Plan

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

1 Positionnement théorique

2 Problématique de recherche et méthodologie

3 Analyses didactiques

4 Résultats

Plan

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

1 Positionnement théorique

2 Problématique de recherche et méthodologie

3 Analyses didactiques

4 Résultats

Théorie de l'activité

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

- Théorie de l'activité, adaptée à la didactique des mathématiques (Vandebruck et al., 2008 ; Bridoux et al., 2016).
- Les apprentissages des étudiants sont décrits par le prisme de leurs activités mathématiques (ce qu'ils savent, font, disent, pensent ... ou pas.)
- Ces activités sont difficilement observables en CM.

Théorie de l'activité

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

- Théorie de l'activité, adaptée à la didactique des mathématiques (Vandebruck et al., 2008 ; Bridoux et al., 2016).
- Les apprentissages des étudiants sont décrits par le prisme de leurs activités mathématiques (ce qu'ils savent, font, disent, pensent ... ou pas.)
- Ces activités sont difficilement observables en CM.
→ étude du discours de l'enseignant pendant les moments d'exposition des connaissances pour reconstituer ce qui peut nourrir les activités des étudiants (Bridoux et al., 2016)

Moments d'exposition des connaissances

- Importance donnée par le chercheur à l'analyse des savoirs (**contenus**) et aux **déroulements en classe** pour étudier les liens entre l'enseignement et les apprentissages des étudiants.
- Comment l'enseignant s'appuie ou prolonge des activités antérieures (par exemple s'appuyer sur des connaissances anciennes pour en introduire de nouvelles) et comment il prépare les activités ultérieures (par exemple pour généraliser le travail réalisé) ?
→ **étudier les passages contextualisé ↔ décontextualisé**

Moments d'exposition des connaissances

- Importance donnée par le chercheur à l'analyse des savoirs (**contenus**) et aux **déroulements en classe** pour étudier les liens entre l'enseignement et les apprentissages des étudiants.
- Comment l'enseignant s'appuie ou prolonge des activités antérieures (par exemple s'appuyer sur des connaissances anciennes pour en introduire de nouvelles) et comment il prépare les activités ultérieures (par exemple pour généraliser le travail réalisé) ?
→ **étudier les passages contextualisé ↔ décontextualisé**
- Hypothèse : le discours de l'enseignant doit s'appuyer, à certains moments clés, sur le travail des étudiants pour installer et faire progresser leurs connaissances (zone proximale de développement (ZPD), Vygotsky).
→ **proximités discursives** (Robert et Vandebrouck, 2014).

Proximités discursives

Les proximités sont des ajouts au contenu mathématique délivré par l'enseignant qui visent à expliciter un rapprochement entre ce qu'il veut introduire et les activités des étudiants.

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Proximités discursives

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Les proximités sont des ajouts au contenu mathématique délivré par l'enseignant qui visent à expliciter un rapprochement entre ce qu'il veut introduire et les activités des étudiants.

Trois types de proximités :

- Les **proximités ascendantes** se situent entre ce que les étudiants ont fait et l'introduction d'un nouvel objet (passage du contextualisé au décontextualisé).
- Les **proximités descendantes** se situent entre ce qui a été exposé et des exemples ou exercices (passage du décontextualisé au contextualisé).
- Les **proximités horizontales** n'amènent pas de changement entre contextualisé et décontextualisé (reformulations, explications sur des liens entre les notions, commentaires sur la structure du cours).

Relief sur les notions à enseigner

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

- Le chercheur mène une **étude de relief** pour anticiper la présence de proximités dans le discours des enseignants.
- Le relief résulte du croisement entre des **analyses mathématiques, curriculaires et cognitives** à un niveau d'enseignement donné et à une période donnée.
- Le relief aide le chercheur à baliser les choix possibles, à décrire la conceptualisation visée et à anticiper des proximités dans le discours de l'enseignant.

Plan

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

1 Positionnement théorique

2 Problématique de recherche et méthodologie

3 Analyses didactiques

4 Résultats

Problématique

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Questions de recherche

- ① Quels sont les liens entre les choix d'organisation du scénario d'enseignement (contenus et déroulements) des enseignants et au sein de cette organisation, quelles sont les proximités tentées dans leur discours ?
- ② Quel en est l'impact sur la compréhension des étudiants ?

Méthodologie

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

- Étude du relief
- Entretien pré-cours avec l'enseignant
- Observations in situ et étude du discours de l'enseignant en termes de proximités
- Questionnaires adressés aux étudiants à l'issue du cours
→ adéquation ou malentendus entre les objectifs de l'enseignant, ses pratiques et le vécu des étudiants

Plan

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

1 Positionnement théorique

2 Problématique de recherche et méthodologie

3 Analyses didactiques

4 Résultats

Le cours sur les EDO

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

- Introduction de la définition d'une équation différentielle ordinaire (EDO).
- Deuxième semestre, 49 étudiants de L1 en mathématiques et en informatique.
- Enseignement de physique, 1^{er} semestre, cinématique et étude des mouvements.

Relief sur les EDO : quelques éléments (1/2)

- Formalisme complexe de la définition :
 $F(t, x(t), x'(t), \dots, x^{(n)}(t)) = 0$, (Demainly, 2006)
→ difficultés des étudiants à donner du sens au formalisme
(Gueudet et Vandebrouck, 2022)

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Relief sur les EDO : quelques éléments (1/2)

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

- Formalisme complexe de la définition :

$F(t, x(t), x'(t), \dots, x^{(n)}(t)) = 0$, (Demainly, 2006)

→ difficultés des étudiants à donner du sens au formalisme
(Gueudet et Vandebrouck, 2022)

Exemples :

- $x'(t) = x(t)$ est une EDO d'ordre 1.

La fonction $x(t) = e^t$ est une solution de l'équation.

La fonction $x(t) = t^2$ n'est pas une solution de l'équation.

- $x''(t) = 0$ est une EDO d'ordre 2.

Les fonctions $x(t) = 3t + 2$ et $x(t) = 0$ sont des solutions de l'équation.

- $x''(t) + x(t) = 0$ est une EDO d'ordre 2.

La fonction $x(t) = 2 \cos x - 3 \sin x$ est une solution de l'équation.

Relief sur les EDO : quelques éléments (2/2)

- En Belgique, l'introduction des EDO en première année d'université est la première rencontre des étudiants avec des équations où l'inconnue est une fonction.

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

Relief sur les EDO : quelques éléments (2/2)

- En Belgique, l'introduction des EDO en première année d'université est la première rencontre des étudiants avec des équations où l'inconnue est une fonction.
- Les étudiants de L1 ont des difficultés avec les objets « fonction » (Vandebrouck, 2011) et « équation » (Kouki, 2023).
→ difficultés dans la conceptualisation des EDO, notamment dans le cadre géométrique (Rasmussen, 2011)

Relief sur les EDO : quelques éléments (2/2)

- En Belgique, l'introduction des EDO en première année d'université est la première rencontre des étudiants avec des équations où l'inconnue est une fonction.
- Les étudiants de L1 ont des difficultés avec les objets « fonction » (Vandebrouck, 2011) et « équation » (Kouki, 2023).
 - difficultés dans la conceptualisation des EDO, notamment dans le cadre géométrique (Rasmussen, 2011)
- La deuxième loi de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$), peut s'écrire sous la forme d'une équation différentielle.
 - difficultés des étudiants à établir des liens avec la physique (Kwon, 2020)

Occasions de proximités

Plan
Positionnement théorique
Problématique de recherche et méthodologie
Analyses didactiques
Résultats

- **Proximités ascendantes** : appui sur des exemples pour introduire la définition et expliquer la généralisation des exemples.
- **Proximités descendantes** : donner des exemples après la définition et montrer comment le cas particulier s'inscrit dans le général.
- **Proximités horizontales** : commentaires explicatifs sur la notion de solution, prise en compte de l'objet « fonction », liens avec la physique (expliquer comment on passe d'un cadre à l'autre).

L'entretien pré-cours

- Trois exemples issus de la physique : le mouvement d'un ressort, la décroissance radioactive et le mouvement d'un pendule.
- Motivation de l'enseignant : absence de liens, dans le cours de physique, avec la notion d'équation différentielle.

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

L'entretien pré-cours

- Trois exemples issus de la physique : le mouvement d'un ressort, la décroissance radioactive et le mouvement d'un pendule.
- Motivation de l'enseignant : absence de liens, dans le cours de physique, avec la notion d'équation différentielle.

« Ce que je vais faire c'est d'abord présenter quelques exemples d'équations en essayant de lier avec le cours de physique, si possible, parce que la vérité ici c'est que dans le cours de mécanique, ils voient pas, enfin le concept d'équations différentielles ne ressort pas. Ils ressortent du cours de mécanique sans savoir que $\vec{F} = m\vec{a}$ est une équation différentielle ».

« Je pense que pour ce que je vais dans la première partie, sauf si je vais jusqu'à l'ordre 1 pas l'ordre 2, pour disons pour l'unicité, il n'y a rien de difficile... Disons que si on creuse pas dans les petits détails, c'est pas un problème ».



Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Extraits et analyse en termes de proximités

Trois extraits et notes prises par un étudiant :

- ① l'exemple du ressort
- ② la construction de la définition
- ③ la notion de solution d'une EDO et exemples

Extraits et analyse en termes de proximités

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

Trois extraits et notes prises par un étudiant :

- ① l'exemple du ressort
- ② la construction de la définition
- ③ la notion de solution d'une EDO et exemples

Questions

- ① Quelles sont les proximités tentées dans le discours de l'enseignant ?
- ② Repérez-vous des occasions de proximités qui ne sont pas tentées ?

Questionnaires étudiants

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Questions

- ① Y a-t-il adéquation entre les objectifs de l'enseignant, ses pratiques et le vécu des étudiants ? Si ce n'est pas le cas, quels malentendus émergent ?
- ② Quelles sont les explications possibles ?

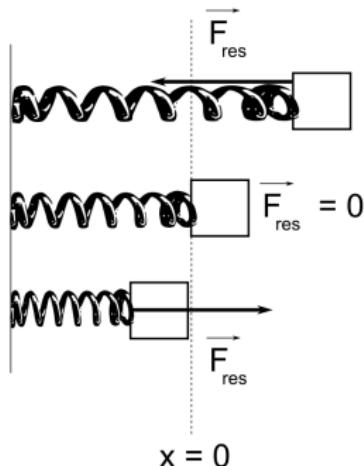
Le cours de physique

Travail effectué par un ressort

Loi de Hooke :

$$F_{\text{ressort}}(x) = -kx$$

où k est la constante de rappel du ressort (avec unité N/m).



$x = 0$: position 'naturelle' de l'extrémité libre

$x < 0$: compression (axe x vers la droite)

$x > 0$: élongation

$$\begin{aligned} W_{\text{ressort}} &= \int_{x_i}^{x_f} F_{\text{ressort}}(x) dx = - \int_{x_i}^{x_f} kx dx \\ &= -\frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2) \end{aligned}$$

Donc le travail dépend uniquement des positions initiale et finale.



Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

Le discours de l'enseignant : le ressort

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

L'enseignant s'appuie principalement sur le registre symbolique et le registre graphique à l'écrit. Le registre de la langue naturelle est très peu mobilisé à l'écrit.

- Le passage de $\vec{F} = m\vec{a}$ à l'EDO correspondante ne fait pas l'objet d'explications.
- L'aspect fonctionnel de l'inconnue d'une EDO est rapidement évoqué à l'oral.
→ les proximités horizontales anticipées dans le relief sont manquées

Le discours de l'enseignant : la définition

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

- L'enseignant évoque la possibilité de généraliser l'ordre 1 et 2 rencontrés dans les exemples et l'idée d'avoir une fonction qui englobe toutes les dérivées.
→ tentatives de proximités ascendantes à l'oral

Le discours de l'enseignant : les exemples

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

- L'enseignant explicite (à l'oral) les conditions à vérifier pour satisfaire la définition.

- Prise en compte du quantificateur universel.

→ tentatives de proximités horizontales (à l'oral et à l'écrit)

Plan

Plan

Positionnement
théorique

Problématique
de recherche
et
méthodologie

Analyses
didactiques

Résultats

1 Positionnement théorique

2 Problématique de recherche et méthodologie

3 Analyses didactiques

4 Résultats

À propos de cet enseignant et ses étudiants

- L'enseignant vise une compréhension approfondie des concepts et pense que le cours sera facile pour les étudiants (cf. entretien pré-cours).
- L'ancrage épistémologique est fort et se transpose sur ce que l'enseignant attend des étudiants.
- Le traitement mathématique très rigoureux des exemples est trop éloigné des acquis en physique d'un étudiant générique d'une première année universitaire.

À propos de cet enseignant et ses étudiants

- L'enseignant vise une compréhension approfondie des concepts et pense que le cours sera facile pour les étudiants (cf. entretien pré-cours).
- L'ancrage épistémologique est fort et se transpose sur ce que l'enseignant attend des étudiants.
- Le traitement mathématique très rigoureux des exemples est trop éloigné des acquis en physique d'un étudiant générique d'une première année universitaire.

Résultat

Comprendre le décalage entre les objectifs de l'enseignant (donner du sens aux notions mathématiques avec des exemples issus de la physique), ses pratiques et le vécu des étudiants.



D'autres résultats issus de l'étude menée

- Construction d'outils d'analyse du discours : relief et proximités.
- La problématique et la méthodologie se transfèrent à d'autres contenus : le cas des limites de fonctions (relief et observations in situ, Bridoux et Grenier-Boley, 2024).
- La problématique et la méthodologie se transfèrent à d'autres disciplines : en physique (Bridoux et al., 2024), adaptations pour établir le relief et étudier les proximités : la théorie des deux mondes (de Hosson et Elias, 2021).
- La variété des pratiques (Robert et al., 2012) est confirmée : il y a une grande diversité de choix d'exposition des savoirs et de leur utilisation dans les cours.
- Toutefois, nous avons montré des invariants dans les pratiques déclarées et la confrontation au vécu des étudiants : deux profils d'enseignants.

Perspectives

Plan

Positionnement théorique

Problématique de recherche et méthodologie

Analyses didactiques

Résultats

- Travaux du groupe « enseignants du supérieur ».
- Adapter le relief et l'étude des proximités à la biologie et la chimie.
- Affiner les profils en poursuivant les observations.
- Un travail spécifique sur les exemples.