

UNE DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES POUR TRAVAILLER LE CALCUL PROFESSIONNEL¹

Nadine Kipfer, Ursula Scharnhorst

Institut Fédéral des hautes études en Formation Professionnelle (IFFP)

Ce texte propose une réflexion sur l'enseignement des mathématiques dans la formation professionnelle initiale des apprentis. Il vise à montrer comment les mathématiques, plus précisément le calcul professionnel propre à chaque métier, peut être traité par les enseignants des branches techniques dans les écoles professionnelles. Cette thématique est très importante car depuis bien longtemps, les enseignants se plaignent que les apprentis ne savent plus calculer, compter, faire des règles de trois, etc. Cependant, tous (ou en tout cas la majorité d'entre eux) ont fréquenté l'école obligatoire et acquis un certain nombre des ressources (concepts et procédures mathématiques). Toutefois, lorsqu'ils commencent l'école professionnelle, les apprentis se trouvent confrontés à d'autres mathématiques que celles de l'école professionnelle uniquement : les mathématiques de l'entreprise. Lorsqu'on compare les mathématiques dans ces deux lieux, il est possible d'observer que les exigences ne sont pas les mêmes. Par exemple, pour le métier d'infirmier, à l'école professionnelle on demande aux apprentis de faire des calculs assez complexes sur la solution de perfusion (la « nursing rule »). Les observations faites par Hoyles, Noss, et Pozzi (2001) sur le lieu de travail, montrent que dans la pratique, les infirmiers s'appuient sur un barème (figure 1) qu'ils ont mémorisé. Par conséquent, aucun calcul n'est nécessaire.

20 mg	10 ml
10 mg	5 ml
5 mg	2.5 ml
1 mg	0.5 ml
0.5 mg	0.25 ml

Figure 1. Barème de calcul de la solution de perfusion.

Il ne s'agit donc pas du même type de calculs qu'il faut effectuer. Ceci met en relief le fait qu'il est difficile de les enseigner de la même manière dans ces deux contextes (Straesser, 2000). De plus, de par les différentes manières d'enseigner, les apprentis considèrent les deux lieux comme distincts, sans arriver à faire de liens entre les deux. Le risque qui peut en découler est que les mathématiques enseignées à l'école professionnelle peuvent entraver les apprentis à percevoir les mathématiques utilisées sur le lieu de travail (Forman & Steen, 2000). Dans un contexte comme celui de

¹ Dans la formation professionnelle, le calcul professionnel est le terme utilisé pour parler des mathématiques qui sont enseignés à l'école professionnelle.

la formation professionnelle² (4 jours en entreprise et 1 en école professionnelle), l'enjeu est de préparer les apprentis à utiliser les mathématiques sur le lieu de travail de manière efficace (LaCroix, 2014). Pour que les deux lieux puissent se rejoindre et ainsi parler le même langage « mathématique », et que ce qui est réellement utile en entreprise soit enseigné à l'école professionnelle, la didactique des mathématiques telle que proposée dans le présent article peut offrir un soutien important. Elle permet ainsi aux apprentis de percevoir le système professionnel comme un tout et non pas composé de deux lieux distincts (Kaiser, 2014).

Dans la suite de l'article, nous commençons par définir en quoi consistent les séquences didactiques orientées sur les situations telles que nous les concevons. Nous donnons ensuite un exemple concret de leur utilisation dans le cadre de la formation des enseignants des branches techniques dans les écoles professionnelles. Nous terminons en soulignant les points positifs et ceux qui sont à améliorer, à partir de ce que nous avons pu observer lors des premiers essais de mise en pratique.

LES SEQUENCES DIDACTIQUES ORIENTEES VERS LES SITUATIONS POUR ENSEIGNER LE CALCUL PROFESSIONNEL

Les séquences didactiques orientées vers les situations consistent à amener les situations de travail dans lesquelles le calcul professionnel apparaît, à l'école professionnelle. Cette didactique prend tout son sens dans ce contexte, qui combine travail en entreprise et approfondissement théorique à l'école professionnelle. Afin de soutenir le transfert des compétences et ressources existantes des apprentis, Kaiser (2014) propose des séquences didactiques orientées vers les situations en huit étapes.

De façon générale, quatre aspects sont importants dans ce modèle didactique en huit étapes: (a) thématiser à l'école les situations vécues en entreprise, (b) utiliser et transférer les connaissances préalables, (c) introduire la solution des experts, et (d) stimuler une réflexion critique sur l'application du procédé en le transférant en entreprise (figure 2). Chacun de ces quatre aspects englobe deux étapes du modèle que nous allons présenter ci-dessous.

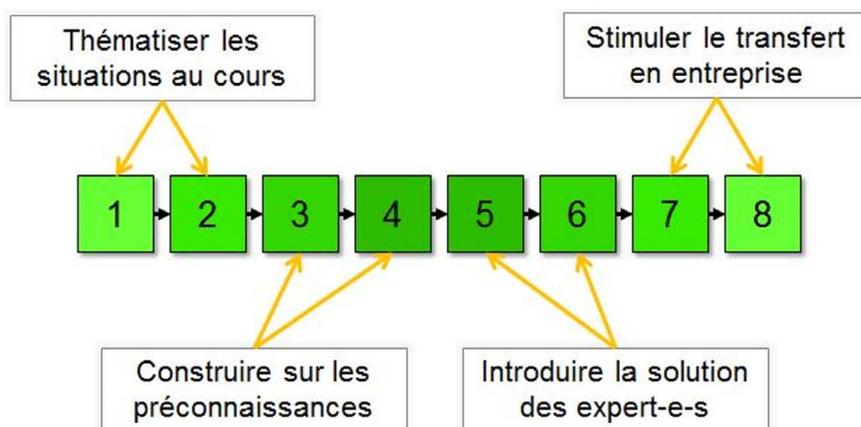


Figure 2. Les 4 aspects des séquences didactiques orientées sur les situations.

² La formation professionnelle initiale en Suisse se déroule sur trois lieux de formation : l'école professionnelle (1 à 2 jours par semaine), l'entreprise formatrice (3 à 4 jours par semaine) et les cours interentreprises (entre 2 et 10 jours par année scolaire selon le métier appris).

Etape 1 : Attendre, jusqu'à ce que la situation ait été vécue en entreprise

La première étape assure la bonne mise en place des autres étapes : attendre, jusqu'à ce que la situation ait été vécue en entreprise. La raison est que l'enseignement et l'apprentissage de n'importe quel sujet est beaucoup plus facile si on peut relier ce qui est traité à nos propres expériences. Rien n'est plus difficile que de vouloir enseigner aux apprentis quelque chose pour laquelle ils n'ont aucune préconnaissance. De plus, la majorité des étapes suivantes ne peuvent être effectuées sans cette expérience préalable.

Etape 2 : revivre la situation en classe

La deuxième étape de la procédure est de faire revivre la situation de calcul vécue en entreprise dans le contexte de la classe. Pour ce faire, il faut que l'enseignant définisse la situation (p.ex. pour les boulangers, cuire le pain de seigle selon la recette) et ensuite il laisse les apprentis présenter leurs expériences et histoires vécues concernant cette situation afin de disposer de contextes réels. Vu qu'il s'agit de situations de calcul, il est bien sûr important que les aspects de « calcul » soient traités de manière prioritaire.

Etape 3 : activer les préconnaissances des apprentis

Lors de la troisième étape, il s'agit d'activer les préconnaissances des apprentis en leur demandant de résoudre une situation choisie portant sur le calcul professionnel (p.ex. selon la recette du pain de seigle, préparer les ingrédients pour 20 kg de pain). Cette tâche doit être authentique, reflétant la complexité réelle de la situation et de difficulté moyenne pour éviter que sa solution soit trop évidente. Cette tâche est résolue en groupe.

Etape 4 : présentation des solutions en plénière

Lors de la quatrième étape, chaque groupe présente sa solution à tour de rôle. Les différentes solutions sont comparées et les forces et faiblesses discutées. Il peut arriver qu'une proposition ne donne pas lieu à une solution exacte, mais qu'elle contienne des pistes de réflexions partielles qui suffiraient pour une utilisation pratique, ou encore qu'une variante ne fonctionne pas, mais échouerait dans un autre contexte, etc. Cette phase est particulièrement importante, car elle permet d'identifier les points qui doivent être approfondis lors de la prochaine étape. Si tout est clair à ce stade, il est inutile de poursuivre avec les étapes suivantes.

Etape 5 : l'enseignant comme modèle

Dans la cinquième étape, l'enseignant détient le rôle principal. Le but est, qu'à l'aide d'un exemple concret, il montre comment résoudre professionnellement la situation de calcul donnée. Il fait une sorte de modelage ; en effet, ce que les apprentis savent déjà faire sur la base de leurs préconnaissances doit être porté à un niveau plus professionnel. Dans ce cas, le terme « modelage » ne signifie pas la démonstration parfaite d'un exemple bien préparé. Une telle performance réveille justement chez les apprentis ayant le plus de difficultés en mathématiques l'idée fautive que tout est facile. Il faut leur donner une image réaliste de ce que cela signifie, même pour une personne expérimentée, de résoudre une telle tâche.

Etape 6 : exercices inventés

Bien sûr, les apprentis doivent appliquer le modèle observé sur d'autres exemples. Au lieu d'utiliser des séries prédéterminées d'exercices, la sixième étape permet aux apprentis d'inventer des tâches. L'avantage est qu'ils n'exécutent pas simplement des exercices, mais ils continuent activement à s'engager dans la résolution de situations de calcul correspondantes.

Etape 7 : écrire un aide-mémoire

Avec la septième étape, le transfert en entreprise est initié. Les apprentis ont comme consigne de rédiger une feuille d'aide-mémoire personnelle contenant les notes qu'ils estiment nécessaires à avoir pour la prochaine résolution de calcul en entreprise (p.ex. la prochaine fois que je prépare un pain de seigle, je dois faire attention à la quantité d'eau que je mets dans mon pain et utiliser la règle mathématique correspondante). L'idée est qu'ils peuvent garder cet aide-mémoire sur eux et le consulter, au besoin, pendant le travail.

Etape 8 : transférer les acquis en entreprise

Dans la dernière étape, il s'agit de transférer ce qui fonctionne dans les situations traitées à l'école en entreprise. Si cette étape est accomplie avec sérieux, elle peut parfois prendre plus de temps que toutes les autres étapes. Il n'est pas toujours commun d'utiliser dans des situations en entreprise les principes compris auparavant sous forme de modèle. La transition vers l'utilisation en entreprise peut être préparée par le fait d'en avoir discuté au préalable, sur ce qui pourrait arriver si les apprentis devaient résoudre une telle tâche demain ou la semaine prochaine en entreprise.

EXEMPLE DE MISE EN PRATIQUE

Pour illustrer ces étapes, nous allons présenter la mise en pratique d'un enseignant de cours technique qui a travaillé sur la pose d'un ordinateur de vélo. La classe est composée de 22 apprentis qui suivent une formation de mécaniciens en cycle.

Etapes 1 et 2 : La situation sur laquelle l'enseignant désire travailler est celle de déterminer la circonférence d'une roue pour régler l'ordinateur de vélo (vitesse, distance). En effet, la première fois qu'on installe l'ordinateur de vélo, il faut régler les paramètres de l'appareil correctement pour que les kilomètres parcourus et la vitesse de route du cycliste soient correctement mesurés par l'ordinateur. Pour cela, il est nécessaire de connaître la circonférence de la roue. Lorsque la situation est traitée en classe, les apprentis sont déjà familiers avec cette situation. Ils relatent par exemple qu'ils ont monté l'ordinateur sur un vélo au travail mais que leur chef a réglé lui-même les paramètres. Ou encore qu'ils l'ont monté à l'aide du mode d'emploi mais qu'il ne fonctionnait pas correctement.

Etape 3 : Une fois les expériences rapportées, l'enseignant donne un exercice à effectuer en petits groupes. Cet exercice est structuré de la manière suivante : dans un premier temps une situation initiale est donnée (un client veut installer l'ordinateur sur son vélo. L'apprenti doit effectuer la tâche car le chef est occupé avec un autre client). La question posée est la suivante : « Comment contrôler que l'ordinateur enregistre la bonne vitesse et distance ? ». La question amène les apprentis à réfléchir sur la façon de procéder sans forcément focaliser sur la mesure de la circonférence. De cette manière, les apprentis sont actifs et discutent entre eux.

Etape 4 : Lors de la présentation des différents groupes, les apprentis amènent plusieurs pistes de résolution. Aussi dans cette étape, ils discutent de manière très animée et apportent des pistes intéressantes (p.ex. parcourir la distance mesurée a priori et voir si l'ordinateur prend en compte la même distance, noter la grandeur de la roue en consultant un tableau récapitulatif des différentes circonférences de roues).

Etape 5 : Lors de la présentation de l'enseignant, dans un premier temps il estime que le tableau récapitulatif des différentes circonférences de roues fourni par les fabricants est suffisant. Il montre où trouver les indications et comment l'utiliser (en lien avec la marge d'erreur). Mais étant donné que plusieurs groupes ont mentionné

l'option de faire tourner la roue sur un tour complet pour en mesurer la circonférence (voir figure 3), l'enseignant explique comment effectuer cette tâche. Il souligne aussi qu'une fois que la roue a été mesurée, il faut consigner le chiffre obtenu sur une liste afin d'éviter de mesurer plusieurs fois la même roue.

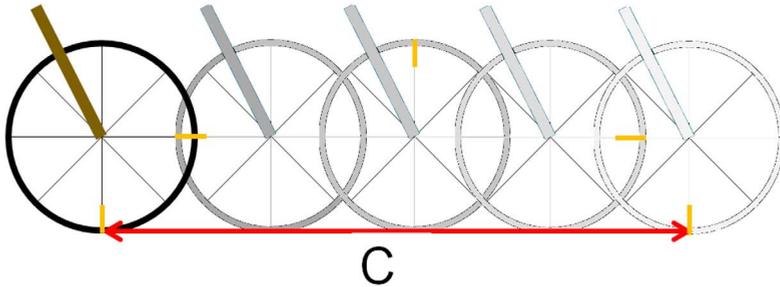


Figure 3. Faire tourner la roue pour connaître la circonférence.

Étape 6 : Ensuite, les apprentis n'ont pas, comme postulé par le modèle didactique, inventé des exercices, mais c'est l'enseignant qui les a formulés auparavant (série d'exercices). Ce choix a été fait par l'enseignant car il estimait que la taille de la classe (22 apprentis) était trop importante pour les laisser inventer des exemples.

Étape 7 : Lors de la rédaction des aide-mémoires, l'enseignant propose aux apprentis de ne pas noter la procédure décrite dans la figure 3, mais directement les circonférences des différentes roues. C'est le choix de l'enseignant et pas celui des apprentis. Le fait de noter des résultats dans un aide-mémoire plutôt que des procédures, peut amener les apprentis à ne plus savoir quelle procédure il faut utiliser pour arriver au résultat rapporté dans l'aide-mémoire. Il est donc important de laisser à chacun la possibilité d'estimer ce qu'il doit noter et qui pourra lui être utile de retour en entreprise.

Étape 8 : Pour l'application en entreprise, l'enseignant propose aux apprentis de discuter directement dans leur propre entreprise de l'utilisation des aide-mémoires. Les retours après quelques semaines sont positifs : par exemple, certains patrons ont affiché l'aide-mémoire en entreprise et d'autres demandent toujours de mesurer la circonférence (voir figure 3).

Dans cet exemple, il est possible d'observer que l'enseignant a pu parcourir les 8 étapes du modèle en y apportant quelques modifications (étapes 6 et 7). Dans cet exemple, ces modifications ne semblent pas avoir posé problème aux apprentis. Toutefois, laisser les apprentis inventer les exercices d'eux-mêmes (étape 6) permet de voir qu'ils ont réellement compris comment résoudre la situation. Pour l'étape 7, leur suggérer quoi écrire pourrait être un problème pour certains apprentis. En effet, le contenu de l'aide-mémoire ne sera pas utile s'ils ne sont plus en mesure d'interpréter les résultats notés hors du contexte. L'enseignant a souligné que l'expérience a été très intéressante et fructueuse. Etant donné la réaction positive des apprentis, il a décidé de continuer à travailler avec ce type de séquences didactiques.

LES EXPERIENCES FAITES

Outre l'exemple de l'enseignant présenté ci-dessous, plusieurs enseignants ont testé les séquences didactiques orientées vers les situations avec leurs apprentis et fourni un document écrit retraçant les expériences faites sur les 8 étapes. Les situations abordées portaient sur différents thèmes comme « Est-ce un angle droit ? » (menuisiers), « Freiner en douceur » (mécaniciens) ou encore « La longueur des tuyaux inclinés » (sanitaires). À partir de ce recueil d'information (pour les consulter voir www.hrkl.ch uniquement en

allemand), nous avons identifié certains points forts mais aussi difficultés perçues par ces enseignants dans la mise en pratique de cette méthode.

Concernant les forces, les enseignants soulignent que les apprentis sont beaucoup plus actifs pendant le cours. Ils s'engagent davantage à entrer dans la tâche, à réfléchir et échanger avec les autres. Il a été remarqué par certains enseignants, que même les apprentis qui d'habitude sont plutôt silencieux, ont commencé à prendre la parole et à vouloir discuter de leurs expériences. De plus, ils peuvent réfléchir en profondeur à des situations en entreprise et les comparer avec les différentes manières de travailler des collègues.

Les différents modes de travail (en individuel, en petits groupes ou en plénière) qui peuvent être utilisés ont aussi été retenus comme un point portant les apprentis à s'activer davantage.

Concernant les difficultés, elles portaient d'une part sur le fait que pour utiliser ce type de séquences, comme dit à l'étape 1, il est important que la majorité des apprentis aient déjà vécu la situation. Ceci pourrait poser un problème lorsque l'enseignant veut commencer une thématique prévue dans le programme. Pour dépasser ceci, certains enseignants donnent une consigne (trois à quatre semaines avant d'être traitée en classe) aux apprentis portant sur la situation qu'ils doivent observer ou essayer d'accomplir en entreprise.

Une autre difficulté soulignée était le temps que la mise en pratique des séquences didactiques prend : même si elle est efficace pour aborder les points essentiels et travailler de manière concrète, elle demande plus de temps qu'un cours traditionnel. Toutefois, une fois que la routine est installée, la mise en place prend bien moins de temps.

CONCLUSIONS

Les expériences faites montrent que les séquences didactiques en 8 étapes sont un outil efficace pour travailler le calcul professionnel. Les enseignants qui l'ont essayé se sont montrés enthousiastes et estiment continuer à l'utiliser par la suite. Ces séquences ont permis justement aussi aux apprentis de réaliser que les deux contextes de formation peuvent traiter les mathématiques de manière similaire.

Les futures expériences nous permettront de voir comment les enseignants novices arrivent à mettre en place ce type de séquences didactiques. Il sera aussi possible de voir si sur le long terme, les enseignants continueront d'utiliser les séquences didactiques en 8 étapes comme méthode d'enseignement pour travailler le calcul professionnel.

RÉFÉRENCES

Forman, S., L., & Steen, L. A., (2000). Bringing school and workplace together. In A. Bessot & J. Ridgway (Ed.), *Education for mathematics in the workplace* (pp. 83–86). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Hoyles, C., Noss, R. & Pozzi, S. (2001). Proportional Reasoning in Nursing Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(1), 4-27.

Kaiser, H. (2014). Coordinating learning inside and outside the classroom in vocational education and training. In A. Hector-Mason & S. Beeli-Zimmermann (Ed.), *Adults learning mathematics – inside and outside the classroom* (pp. 19-27). Proceedings of the 21th International Conference of Adults Learning Mathematics, Berne.

LaCroix, L. (2014). Learning to see pipes mathematically: preapprentices' mathematical

activity in pipe trades training. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 157-176.
doi:10.1007/s10649-014-9534-6Lave

Straesser, R. (2000). Mathematical means and models from vocational contexts. In A. Bessot & D. Ridgway (Ed.), *Education for mathematics in the workplace* (pp. 65-80). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.