# LE GESTE PROFESSIONNEL : DU SAVOIR A LA COMPETENCE. L'EXEMPLE DU CALCUL DE PROPORTIONNALITE DES DOSES CHEZ LES INFIRMIERS.

**Yvan Malabry**

*Université de Cergy. IUFM de Versailles.*
*yvan.malabry@wanadoo.fr*

**Mots clefs :** calcul de dose, proportionnalité, santé, didactique professionnelle, formation professionnelle

***Résumé*** *Le domaine de la santé exige une grande rigueur dans l'application et la qualité des soins. La justesse des calculs de dose lors des traitements médicamenteux engage donc pleinement la responsabilité des infirmiers. Mais si pour le patient l'enjeu est vital, le risque zéro dans la pratique, n'existe pas. Les opérations mathématiques engagées dans les procédures sont fort complexes et l'on constate que, dans l'urgence des situations, certains étudiants infirmiers peuvent avoir des difficultés à les effectuer. Effectivement, pour réinvestir son savoir formel (appris en formation) dans une situation professionnelle précise, le praticien doit effectuer un certain nombre d'opérations intellectuelles qui doivent faire coïncider les catégories préétablies du savoir avec l'ensemble des caractéristiques de la situation rencontrée. Nous nous sommes donc demandés comment les professionnels procèdent pour effectuer leurs calculs. Quelles sont leurs stratégies mentales ? Sont-elles en lien direct avec des lacunes en mathématiques ? Et quelle formation est-elle la mieux à même de permettre ce réinvestissement nécessaire du savoir mathématique formel à des situations professionnelles diverses ?*

## 1. Introduction

Le domaine de la santé exige une grande rigueur dans l'application et la qualité des soins. La justesse des calculs de dose lors des traitements médicamenteux engage donc pleinement la responsabilité des infirmiers. Or, si pour le patient l'enjeu est vital, le risque zéro dans la pratique n'existe pas. Les opérations mathématiques engagées dans les procédures sont parfois fort complexes et nécessitent de recourir à des comportements selon des règles et des manières difficilement explicitables et le plus souvent inconscientes. Or le calcul de dose est un des apprentissages les plus essentiels dans la formation des futurs infirmiers. Il engage des compétences qui vont s'avérer déterminantes dans la pratique professionnelle quotidienne. Dans l'urgence des situations, certains étudiants infirmiers peuvent éprouver des difficultés à effectuer ces opérations mathématiques complexes. Pour réinvestir son savoir formel (appris en formation initiale) dans une situation professionnelle pratique précise, le praticien doit effectuer un certain nombre d'opérations intellectuelles qui font coïncider les catégories préétablies du savoir avec l'ensemble des caractéristiques de la situation rencontrée. Il peut arriver que ces opérations échappent aux catégories de la rationalité technique. Le praticien utilise alors ses schèmes[1], organisateurs intelligibles de sa pensée, dans l'organisation de ses actions. Mais ces situations d'urgence peuvent mener à des incertitudes et donc à des erreurs. La presse a d'ailleurs relaté plusieurs faits-divers évoquant des erreurs dans l'administration de médicament. Comment un infirmier peut-il par exemple injecter à son patient dix fois la dose recommandée ? Pourquoi et comment peut-il commettre une telle erreur ? Cette interrogation nous a amené à chercher à comprendre comment les professionnels procèdent pour effectuer leurs calculs. Quels sont leurs raisonnements ? Quel sens mettent-ils dans cette étape déterminante ? Les erreurs de calcul de dose sont-elles plus fréquentes chez les infirmiers nouvellement diplômés ? Sont-elles en lien direct avec des lacunes en mathématiques ? Y a-t-il des facteurs conditionnant ces erreurs ? Suffirait-il de s'exercer pour devenir plus performant ? Des cadres formateurs de la Croix Rouge

[1] Gérard Vergnaud (1998) définit le schème comme « *une organisation invariante de la conduite dans une classe de situations données* ».

Française, ainsi que ceux des I.F.S.I., lors d'entretiens préalablement menés, nous ont d'ailleurs confié les difficultés fréquemment rencontrées par leurs élèves infirmiers lors de ces calculs de dose. Ces difficultés sont de nature fort différentes et elles perdurent même au delà de la formation.

## 2. Contexte, objectifs et cadre méthodologique de la recherche.

Le calcul de dose est un des apprentissages les plus essentiels dans la formation des futurs infirmiers. Il engage des compétences qui vont s'avérer déterminantes dans la pratique professionnelle quotidienne. Or, on constate pourtant que, dans l'urgence des situations, certains étudiants infirmiers ou novices peuvent avoir des difficultés à effectuer ces opérations mathématiques complexes. Face à ces difficultés, ils peuvent alors avoir tendance à agir de manière automatique et répétitive. « *Au cours de tels processus, la réflexion tend à se concentrer de façon interactive sur les résultats de l'action, sur l'action elle-même et sur le savoir intuitif implicite dans l'action*. » (Schön D. A. 1996, p.208). Un infirmier débutant en témoigne: « *Je sais que nous, au niveau des IFSI, on fait beaucoup de calculs des dose* ». « *On s'est acheté des livres pour s'exercer, à force cela devient automatique, j'ai quand même acquis une base mais cela n'est pas généralisable à toutes les situations que je rencontre ou alors je ne vois pas pourquoi.* ». Faute d'étendre leur compréhension à des situations diverses, la réflexion que les novices engagent au cours de leur action peut se retrouver bloquée. Quelle est la réflexion en action qui a provoqué le blocage ? L'obstacle à l'apprentissage du calcul de dose dans sa formalisation mathématique a conduit le débutant à trouver une solution effective en examinant les épisodes dans sa pratique qu'il estime performants. Pour les situations plus problématiques, il pourra faire appel à ses collègues plus expérimentés. *« Quand je ne sais pas, je demande aux autres, ceux qui savent le faire ».*

Les formateurs nous disent aussi que leurs étudiants réussissent mieux leurs calculs de dose en contexte professionnel, notamment lors des stages où ils sont évalués. Les étudiants sont donc évidemment plus vigilants dans un contexte de mise en situation professionnelle où leur responsabilité personnelle est pleinement engagée. Dans ce cas, les enjeux sont différents. Un cadre de santé de la Croix Rouge Française affirme ainsi que « *lors des stages, les étudiants sont amenés à faire moins d'erreurs, l'étape est positive en milieu réel* ». Il existe donc apparemment un écart entre les compétences mathématiques scolaires acquises lors des trois années de formation et évaluées en tant que telles, et la capacité à effectuer ces opérations en situations professionnelles. De réels moyens sont pourtant accordés dans les IFSI pour permettre l'acquisition la plus efficace possible de ces savoirs professionnels essentiels : temps de suivi pédagogique individuels ou collectifs, cours dispensés par des professeurs de mathématiques, participation à des ateliers de résolution d'exercices, cours assurés par des médecins dans différents lieux de formation (comme le CNAM par exemple). De nombreux acteurs de la formation réfléchissent et débattent pour améliorer le système (faut-il autoriser l'utilisation des calculatrices par exemple ?). Malgré cela des difficultés majeures persistent. Un formateur en témoigne : « *Le système d'évaluation par modules dans la formation est tel que les étudiants peuvent valider tous les modules de soins infirmiers, sans pour autant effectuer correctement les calculs de dose demandés. La note finale peut ne pas être affectée. C'est ainsi que l'on peut garder des lacunes en matière de calcul* ». Ce témoignage légitime l'hypothèse que la persistance des difficultés serait due à une maîtrise imparfaite des calculs. En partant de témoignages similaires, nous avons donc voulu savoir ce qu'il en était réellement à la fin de la formation des élèves infirmiers ou pour des infirmiers débutants. A quels types de ressources, de procédures implicites, de stratégies mentales font-ils donc appel dans ces cas là ? Notre hypothèse est la suivante : les opérations de résolution de problème propres aux calculs de dose sont dépendantes à la fois de représentations mentales préexistantes et de l'activité du contexte dans laquelle elles s'effectuent. En ce qui concerne la méthodologie de notre recherche, après avoir effectué des

entretiens avec trois cadres de la Croix Rouge Française[2], qui ont nous ont affirmé que les élèves infirmiers avaient de véritables lacunes mathématiques dans le cadre de la formation mais que sur le terrain en situation professionnelle ils arrivaient plus facilement à les surmonter, nous avons ensuite cherché à repérer les compétences mathématiques acquises - raisonnements, procédures utilisées, difficultés rencontrées - par les élèves infirmiers ou les novices. Pour cela, nous avons proposé à un échantillon composé de 60 étudiants de troisième année et d'infirmiers débutants d'effectuer un test avec huit problèmes de calcul de dose[3] dans des conditions sereines d'exercices sur table. Cet éventail de problèmes a été proposé en essayant de prendre en compte les différentes difficultés entrant dans la résolution des problèmes des calculs de dose. Différents types de problèmes de proportionnalité sont envisagés (proportion simple, proportion simple composée et proportion double), les données numériques (taille et nature), les différents éléments de prescription, les diverses présentations d'unités de conversion, ainsi que les dilutions et les débits et leurs formes de calcul. Enfin, nous avons interrogé dix autres infirmiers expérimentés pour connaître les procédures réelles mises en place pour effectuer les calculs de dose en situation professionnelle. De cette manière, nous pouvons ainsi constater s'il existe des écarts, et si oui de quelle nature, entre les analyses des formateurs, les résultats des exercices sur table et la réalité des pratiques du terrain.

## 3. Les calculs de dose dans les Instituts de Soins Infirmiers

Savoir calculer un dosage sur prescription est l'opération mentale préalable à toute administration de médicament (nécessitant ou non une dilution). Ce calcul permet l'administration de médicaments en voie entérale, parentérale, ou peut même être parfois nécessaire avant l'administration de médicaments par voie orale, en solution ou encore en comprimés, dans certains cas. Les conséquences d'une erreur peuvent être dramatiques pour la santé du malade, et c'est là le point essentiel. Les formateurs interrogés nous disent que le calcul de dose, s'il ne suit pas des procédures plus ou moins automatisées ne s'acquiert pas facilement. Les procédures antérieurement acquises, telles la règle de trois qui est le calcul de la quatrième proportionnelle, ne sont pas réinvesties de manière suffisante telles qu'ils pourraient s'y attendre. Le recrutement des étudiants infirmiers s'effectuant à un niveau bac ou titre équivalent, on peut penser que cette notion est au moins acquise de manière fragmentaire, et qu'il suffit de la réexpliquer, de faire quelques exercices en formation, pour permettre aux titulaires de réinvestir correctement ce type de calculs en situation professionnelle. Mais dans les faits, ces opérations ne sont pas évidentes pour la plupart des étudiants infirmiers. Si les élèves infirmiers et les débutants rencontrent obligatoirement des difficultés lors des calculs de dose, alors comment résolvent-ils ces problèmes en « situation scolaire » lors des calculs à proprement parler ? Ces conditions sont bien évidemment différentes des situations professionnelles en tant que telles. Quels types de raisonnement conduisent-ils alors ? Quelles procédures utilisent-ils ? Et comment les compétences acquises à l'I.F.S.I. ou dans leurs études antérieures sont-elles réinvesties en situation professionnelle réelle ?

Abordons maintenant la description des paramètres selon les types de problèmes que nous avons sélectionnés dans notre étude. Les calculs de dose sont des problèmes de proportionnalité (recherche de la quatrième proportionnelle). Ce type d'exercice appartient aux problèmes dits de « structures multiplicatives ». En ce qui concerne les aspects structuraux, nous pouvons nous appuyer sur une typologie des problèmes multiplicatifs développée par Vergnaud (1981), reprise notamment par Levain (1993) puis par Boisnard et al (1994) et Merri (1995). Cette typologie respecte l'indépendance des trois premiers facteurs de difficultés (structures, valeurs numériques et contextes) et facilite en ce sens la compréhension de leurs interactions. Grâce à elle, les situations sont à la fois catégorisées et hiérarchisées. Une situation peut être replacée dans une classe choisie.

---

[2] Nous remercions ici madame Marie France Guilbert, Directrice, mesdames Jeannie Legrain et Véronique Ny, cadres pédagogiques de l'Institut de Formation des Cadres de Santé, Croix Rouge Française, 98 rue Didot, Paris 14ème arrondissement.

[3] Voir en annexe les huit problèmes de calcul de dose

Nous proposons une présentation de cette typologie dans un tableau[4]. Nous y voyons apparaître les quatre types de problèmes multiplicatifs : Multiplication, Division-partition, Division-quotition et Quatrième proportionnelle (qui nous intéresse ici).

La proportion simple est la correspondance entre deux variables, la proportion composée met en jeu plusieurs grandeurs qui sont proportionnelles entre elles et dans la proportion double, on trouve deux grandeurs indépendantes qui sont proportionnelles. Dans les cas de proportions simples voire de proportions simples enchaînées ou de proportions simples composées ou de proportions doubles, on a des raisonnements de multiplication, de divisions et de quatrième proportionnelle. D'un point de vue de la structure, nous retrouvons que trois types de problème de proportionnalité : les problèmes de proportion simple, de proportions simples composée et de proportion double. Il n'y a pas de problème de quatrième proportionnelle dans la dernière catégorie des structures multiplicatives, c'est-à-dire pour les problèmes de produit de mesures. Pour aider les élèves infirmiers à mieux conceptualiser ces problèmes de proportionnalité, il faut faire en sorte qu'ils soient confrontés en formation à une multitude de situations différentes et variées correspondant aux trois types de structures proposées. L'organisation d'un éventail le plus large possible de compétences et de connaissances en la matière permet de comprendre l'identification de ces catégories, grâce à une intégration progressive de nouveaux savoirs et savoir-faire. Il sera ainsi plus aisé à chaque professionnel d'appréhender des situations nouvelles, ou plus complexes, en transposant ses compétences et ses connaissances puisées dans un registre le plus large possible.
Différents éléments dans les situations de travail sont à prendre en compte correctement :

### *3.1 Les différentes composantes de la prescription médicale :*

- La voie d'administration du médicament : orale, injectable (intramusculaire, sous-cutanée…), par sonde gastrique, etc. ;
- La forme et la présentation : buvable, injectable, etc., en ampoule, comprimé, solution buvable, sachet, inhalation, flacon ;
- La posologie ou quantité de spécialité pharmaceutique qui doit être administrée au patient : exemple : Augmentin 3g par jour per os (par voie orale) ;
- La durée et les horaires qui indiquent la conduite du traitement dans le temps. Par exemple : Augmentin 3g/jour, 1 comprimé de 1gr, matin midi et soir pendant 5 jours.

### *3.2 Les situations propres aux injections et perfusions :*

Concernant les injections et perfusions, la voie d'administration et les contraintes matérielles sont les éléments déterminants de la solution du problème de calcul de dose :

- Soit on utilise le perfuseur avec une mollette permettant de régler le débit à l'aide du compte-gouttes. Le débit se base alors sur le nombre de gouttes par minute, sachant que 1ml égale 20 gouttes. C'est le cas par exemple du problème n°1 en annexe : « Vous devez passer une poche de FLAGYL 500 mg (antibiotique) qui a un volume de 100ml en 30 min. a) Calculez le débit de la perfusion en gouttes/min. b) Si on avait disposé d'une pompe volumétrique quel aurait été son débit en 4 heures pour passer cette poche de FLAGYL c) Quel sera alors le volume administré en 30 minutes ? » ;
- Soit nous pouvons également disposer d'un *régulateur de débit manuel* ou pompe volumétrique. Pour ce type de système, il suffit de régler le débit adapté, mais cette fois-ci en ml/heure. C'est l'exemple du calcul demandé dans la question b) du problème 1 (en annexe). Le calcul de débit est très simple lorsqu'il s'agit de diviser le volume total par un nombre entier X d'heures, comme par exemple 500 ml en 4 heures. Quel est le débit en ml/h de la pompe volumétrique en question dans ce cas ? ;

[4] Voir Malabry Y (2004). *Médiation, conceptualisation, pratiques des enseignants*. Thèse en Sciences de l'éducation. Sous la direction de Monsieur le professeur Gérard VERGNAUD. Université René Descartes, Paris V.

- Ou encore nous pouvons injecter un médicament par voie veineuse avec la *seringue auto-pousseuse* (ou « seringue électrique », « S.E »). C'est une seringue avec une capacité de 50ml, qui est placé sur un appareil électrique et il suffit de régler le débit en ml/heure, ce qui permet à la fois de contrôler le passage d'injections « courtes » (de 30 minutes), mais aussi d'utiliser le mode continu sur 24h. C'est le cas du problème n°2 (en annexe) pour un calcul de dose qui se présente de la manière suivante : « Un patient en cardiologie doit recevoir un anticoagulant comme l'Héparine. Le médecin donne la prescription suivante : « héparine 20000 UI (unités internationales) / 24h ». Nous disposons de flacons d'héparine de 5ml contenant 25000 UI. Et nous utiliserons du sérum physiologique pour diluer ce produit actif afin d'obtenir une seringue de 48ml.1) Calculer la quantité d'Héparine et de sérum physiologique à prélever pour préparer une seringue de 48ml pour 24h. 2) Calculer le débit de la seringue auto-pousseuse.

Nous n'avons pas le temps de détailler et d'analyser mathématiquement avec précision le contenu des problèmes de calcul de dose cités notamment dans les exemples précédents et proposé à notre panel d'étudiants et de novices. Mais à l'issue de l'analyse des résultats de ces procédures, nous constatons que les étudiants infirmiers réussissent à résoudre correctement les différents problèmes proposés pour la plupart d'entre eux. Ils suivent des raisonnements qui les amènent majoritairement à utiliser la procédure « du produit en croix ». Quand les raisonnements sont explicités, ils le sont le plus souvent à l'aide d'un symbolisme fait de flèches reliant les données qui peuvent alors apparaître organisées sous forme de tableaux.
C'est par exemple le cas du problème 7 en annexe : « Vous disposez d'un flacon NEBCINE de 1,5 ml contenant 75 mg de principe actif. Vous devez injecter 65 mg. Quel volume prélèverez-vous ?
Voici la réponse de Sylvie, étudiante de troisième année en stage dans un service de réanimation présentée dans la figure 1 suivante :

**Figure 1** : Réponse de Sylvie au problème 7

1,5 ml ⟶ 7,5 mg

X ⟶ 65 mg

X = 1,5 ×65/ 75 = 1,3 ml

L'analyse des résultats de ces protocoles montrent que les infirmiers ou élèves infirmiers de cet échantillon, certes restreint, n'éprouvent pas de grandes difficultés face aux problèmes de calcul de dose du type de ceux proposés ici. Malgré les difficultés que nous venons d'évoquer, les élèves infirmiers conduisent bien leur calcul. Cependant, les quelques erreurs qui apparaissent le sont au niveau de la question 3 du problème 8 (voir annexe). Pour résoudre ce problème, il faut d'abord déterminer le volume total de la perfusion qui est : 1000 + 20 + 10 = 1035 ml. Etant là en présence d'un problème avec deux proportions simples enchaînées, nous pouvons ensuite mettre les données dans les tableaux suivants :

**Tableau 1** : Première proportion simple :

| Volume (en ml) | Gouttes |
|---|---|
| 1 | 20 |
| 1035 | X |

× 20

A partir de cette représentation nous pouvons constater qu'il s'agit d'un problème de Multiplication. Nous obtenons X avec le calcul suivant : X = 1045 × 20 = 20 900 gouttes.

**Tableau 2** : Deuxième proportion simple :

| Heures | Minutes | Gouttes |
|---|---|---|
| 1 | 60 | |
| 12 | 720 | 20900 |
| | 1 | X |

: 720

Nous constatons aussi à partir de ce tableau qu'il s'agit d'un problème de Division-quotition. Le calcul de X est obtenu ainsi : X = 20900 : 720 = 29 gouttes/minutes. Pour obtenir ce résultat, il fallait auparavant convertir le temps de passage de 12 heures en minutes en faisant : 12 x 60 = 720 minutes. Beaucoup d'erreurs au niveau de ce problème proviennent de mauvaises conversions de ce temps en minutes. Mais malgré ces quelques erreurs, notre recherche démontre que, contrairement à ce qui était affirmé par les formateurs de l'I.F.S.I., ces étudiants et novices maîtrisent les compétences mathématiques acquises dans leurs études antérieures puis à l'I.F.S.I. Ils sont capables de résoudre des problèmes de proportionnalité : proportions simples, proportions simples enchaînées, ou proportions simples composées en utilisant la procédure dite du « produit en croix ». Le repérage de la procédure spécifique utilisée par l'étudiant ou le novice est essentiel car celle-ci sera sûrement profondément ancrée dans ses habitus professionnels futurs. Cette procédure majoritairement employée dans notre étude risquerait de devenir automatique, au détriment d'une posture réflexive favorisant une meilleure conceptualisation. Dans ce cas, il serait donc très difficile, voir impossible, de lui faire abandonner ce processus pour lui en faire acquérir un autre, plus efficace ou mieux appropriée aux types de situation ou problèmes rencontrés. Pour les étudiants ou novices, ce risque d'automatisme ne semble pas poser problème, pourvu que le raisonnement amène au résultat juste quel que soit le contexte. Pour eux, l'opération est simple sans pour autant comprendre la nature du problème en question. Mais reste à savoir si, face à un même traitement à effectuer dans un nouveau service (le contexte pouvant faire varier les postures à adopter s'il s'agit par exemple de réanimation ou d'un service pédiatrique), ils ne se retrouveraient pas en difficulté face à une nouvelle situation de problème de calcul de dose.

## 4. Discussions et entretiens. Les calculs de doses : réussite professionnelle oblige !

Comment un étudiant qui ne rencontre pas de véritables difficultés en matière de calcul lors d'exercices sur table franchit-il positivement l'étape de la situation professionnelle réelle? Ce passage est-il facilité par un conditionnement ? L'étudiant est-il plus vigilant dans un contexte de travail ? Se sent-il davantage responsable lors de la réalisation d'actes infirmiers ? Procède-t-il différemment ? La situation de travail lui permet-elle d'avoir recours à d'autres ressources que ses propres savoirs ? S'appuie-t-il sur l'expérience d'autres professionnels ? En quoi un contexte différent influence-t-il la mise en place de procédures ? Les entretiens menés auprès des infirmiers nous ont permis de mieux connaître les procédures mises en place pour résoudre des problèmes de calcul de dose dans de véritables situations professionnelles. Ces situations se déroulent dans des conditions moins favorables que celles des épreuves sur table. Ce sont des situations d'urgence ou de changement au sein de l'organisation de travail, voire de permutations au sein de services de soin et souvent dans des contextes de stress. Les entretiens semi directifs menés auprès de ces cadres ou infirmiers expérimentés ont été conduits au départ en cherchant à mettre en évidence et à analyser les erreurs commises par les novices, tout en essayant par la suite de savoir comment eux

envisageaient de contourner ces difficultés en terme de raisonnement et de procédures pour aider les jeunes collègues confrontés à ces situations professionnelles

Après l'analyse de ces entretiens, nous proposons ici un premier inventaire des différentes réponses recueillies. Des infirmiers montrent à travers leur réponse qu'ils utilisent des « outils informels ». L'intelligence pratique contribue à l'adaptation et la personnalisation des soins : « *Pour les débits, j'ai une feuille qui nous donne les correspondances entre le temps écoulé, là une heure et puis les millilitres parce que j'ai uniquement les gouttes par minutes et aussi par seconde… j'ai mes petites astuces…* » « *Pourquoi ne pas faire le calcul ?* » « *Parce que je suis sûre de ne pas me tromper…* » Un autre infirmier : « *J'ai fait un carnet avec tous les cas que je rencontre comme ça je suis sûr de moi car parfois je fais des erreurs de calcul.* » « *Lesquelles ?* » « *Cela dépend…, parfois c'est surtout avec des nombres à virgule…, les conversions, c'est toujours mon problème, alors là j'ai fini par m'en sortir car je rencontre toujours les mêmes problèmes dans ce service* ». « *Et si vous aviez une surprise, genre un cas que vous ne connaissez pas?* » « *Alors, là…, je demande à quelqu'un qui s'y connaît mieux* ». « *Vous demandez la procédure ?* » « *Non directement le résultat ça va plus vite.* » D'autres infirmiers évoquent aussi des « *cartes avec débits de perfusion* », ou « *des petits cahiers où est inscrit l'inventaire de toutes les situations possibles déjà rencontrées.* » Dans les contenus, on retrouve de grandes similitudes. Les résultats inventoriés se transmettent traditionnellement entre générations d'étudiants dans certains IFSI, sortes de collectes plus ou moins personnalisées, pense-bêtes, outils fonctionnels nécessairement adoptés sur le plan individuel, puis perfectionnés au cours de l'expérience. « *Je l'ai finalement transformé en fichier Word comme ça, je le complète au fur et à mesure* ». Nous trouvons aussi à travers les échanges l'utilisation par certains d' « outils personnalisés » au service d'une pratique héritée d'infirmiers expérimentés. C'est ici la transmission d'un héritage professionnel et la collecte d'astuces de manière informelle : « *Dans notre promo, c'était très répandu* ». « *Les infirmières avaient toujours des petits trucs à nous donner, en nous disant que cela les avait aidées elles aussi au début de leur carrière* » ; « *Des petits secrets, des machins, des petits guides pratiques, plein de petites astuces pour m'aider. En cours on n'avait pas eu tout cela. Tout celai aurait été mieux à connaître au lieu de perdre son temps à calculer sans rien comprendre…* ». Pointe parfois dans les réponses un soupçon de culpabilité : « *on m'avait donné des méthodes de calcul, mais voilà j'ai assimilé autrement pas besoin de refaire des calculs, c'est pas bien mais bon… mais bon on le fait plus.* » « *J'ai acheté une carte avec les débits de perfusion, c'est super, je suis rodée maintenant* » Ici s'affiche clairement que pour effectuer les calculs de dose en situation professionnelle, les infirmiers utilisent aussi d'autres méthodes que « le produit en croix ». La création de ces règles informelles, dont le but est d'obtenir l'efficacité, est de fait légitimée par l'enjeu vital des situations pour les patients.

A ce stade, nous pouvons constater que différents facteurs contribuent aussi à la construction des compétences des étudiants infirmiers pour la réalisation des calculs de dose en situation réelle. Les échanges avec leurs pairs favorisent la compréhension du raisonnement et à sa mise en pratique. Les protocoles internes du service sont aussi des outils qui, utilisés avec pertinence, servent de passerelles utiles pour le traitement de la situation. De plus, la mobilisation des savoirs et le fait de tisser des réseaux de personnes ressources manifeste l'impact de l'intelligence mise au service d'une pratique. Pour ces règles informelles créées par les infirmiers pour être efficaces en situation professionnelle, nous pouvons parler de « schèmes ». D'après G.Vergnaud (1990), un schème se compose nécessairement de règles qui organisent l'action du sujet (c'est l'aspect le plus observable), d'invariants opératoires de différents niveaux, d'inférences qui permettent la mise en œuvre ou l'adaptation du schème dans une situation particulière, et enfin de prédictions concernant le résultat à atteindre. La description et l'analyse de ces différents schèmes d'organisation de la pensée évoqués ci-dessus, et qui sont utilisés par les étudiants infirmiers, apparaissent comme des outils bien adaptés qui permettent d'atteindre les mêmes objectifs : savoir calculer des doses médicamenteuses en situation professionnelle réelle. La notion de schème, définie par G.Vergnaud (1990) comme « *organisation invariante de* l'activité *pour une classe de situations données* », permet d'identifier les invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-actes) dans la conduite. Certains invariants, opératoires par exemple, ne sont pas contextualisés dans

l'expérience de manière adéquate : cela peut conduire certains infirmiers à supposer que le résultat du calcul est exact et/ou convient dans la situation. Les infirmiers peuvent identifier et intégrer les caractéristiques de la tâche à laquelle ils sont confrontés mais mettent en place des procédures qui conduisent à des calculs erronés. «*Les concepts-en-acte sont des « filtres de la pensée » par lesquels dans sa pratique, l'apprenant passe pour utiliser « des schèmes pertinents ou non pertinents* » (Vergnaud. 1990).

Mais les calculs de dose ne se réduisent pas pour les infirmiers à des listes, des trucs, des gestes, des routines, des protocoles, des échanges, donc à des règles purement informelles et pragmatiques. En effet, nous pensons que leur utilisation, en liaison avec leurs connaissances théoriques apprises en formation initiale, participe progressivement à une « conceptualisation pragmatique » en fonction des situations rencontrées. Il est à remarquer aussi que tant qu'il s'agit de problème de proportion simple telle que la recherche de la quatrième proportionnelle, les infirmiers peuvent dresser des « listes » ou avoir recours à des « astuces » car ces problèmes de dosage peuvent facilement être gérer de cette manière. Mais le recours à ces règles pragmatiques serait moins évident et réalisable dans les cas de problèmes de dosage de proportions simples composées ou de proportions doubles.

Il serait intéressant d'analyser en quoi la procédure de contrôle du résultat évolue en fonction de l'expérience acquise. Quels sont les éléments signifiants et stabilisateurs qui vont se développer avec l'expérience ? La gestion des informations contenues dans la prescription médicale, en lien avec les connaissances pratiques acquises antérieurement, comprend toute la problématique de la gestion des informations, relative à la notion de décision experte. Dans certaines situations de prescriptions médicales très incomplètes, l'information donnée est minimale et c'est l'infirmier qui va reconstruire ce qui est attendu. Ce processus tend à disparaître actuellement grâce à l'informatisation des services de soin. Enfin, nous faisons ainsi l'hypothèse que les représentations relatives aux paramètres de l'activité (raisons, motifs, intentions) sont à inclure dans la signification qui leur est attribuée dans le cadre de l'activité. Cela sous-tend une entente sur les situations d'action dans lesquelles les étudiants sont plongés. Ce sont dans les pratiques verbales, lieu d'échange entre formateurs et formés que vont s'établir des significations partagées.

## 5. Conclusions et prolongements

A l'origine de notre recherche, nous nous interrogions sur la manière dont les infirmiers novices s'approprient et réinvestissent les enseignements concernant des doses médicamenteuses. Il nous importait de comprendre la transformation de leurs savoirs en compétences. Pour établir nos hypothèses, à la lumière des concepts tirés de la littérature, nous avons dans un premier temps confronté le regard de professionnels et les faits constatés. Dans un deuxième temps, après avoir investi notre champ d'hypothèses au coeur d'une réalité sociale, nous avons croisé les données recueillies, tests puis entretiens, avec notre approche théorique initiale.
Contrairement à ce qui était pressenti par des cadres de santé intervenant dans les instituts de formation, nous avons constaté que les élèves infirmiers et novices savent résoudre correctement les problèmes de calculs de dose sans difficulté dans des conditions de test, en utilisant majoritairement des règles de calculs issues du « produit en croix ». Mais nous nous apercevons aussi que les infirmiers mettent très peu en place, voire plus du tout, ce type de procédure de calcul dans des situations réelles d'exercice. Notre analyse montre que le plus souvent ils préfèrent passer par d'autres processus. Trois éléments ressortent alors: Le premier concerne l'échange effectué entre le novice et ses pairs lors de la réalisation des calculs de dose médicamenteuses. En plus de vouloir se rassurer en contrôlant leurs résultats mathématiques, les acteurs démontrent l'intérêt constructif de cet échange, quelle que soit l'étape à laquelle il se réalise. L'échange entre pairs va alors déclencher un processus cognitif contribuant à la construction de compétences pour la préparation de doses médicamenteuses. Le deuxième élément retenu concerne l'utilisation des protocoles. De par leurs fonctions pragmatiques et constructives, ils offrent aux novices une passerelle entre la théorie et la pratique. Pour ce faire, le novice doit se les approprier et leur apporter une plus value en terme de sens. L'analyse des entretiens, éclairée par l'approche

conceptuelle, permet ainsi d'identifier les protocoles comme « médiateurs » dans la construction de compétences. Le troisième élément aborde les procédés ingénieux mis en place pour préparer la juste dose médicamenteuse. En effet, de la complexité à la singularité d'une situation de soin, les infirmiers en situation professionnelle réelle ne peuvent se référer uniquement à des règles prescrites ou enseignées en IFSI. Cela les oblige donc parfois à prendre des libertés quant à ces règles formelles. La mise en place de ces règles informelles permet aux infirmiers de faire évoluer leurs compétences et de se détacher progressivement de certains étayages, certaines règles informelles, pour réussir à mettre en place par la suite des procédures de résolution en situation. Nous trouvons là des formes de conceptualisation liées à l'expérience et sa construction, des infirmiers qui nous amènent alors à parler comme P.Pastré (2002) de « conceptualisation pragmatique » Nous pensons que les formations initiale et continue devraient aussi prendre en compte de manière réflexive, ces trois éléments effectives de l'expérience permettant un réinvestissement du savoir formel en compétence professionnelle.

Dans un prolongement de cette recherche, il serait intéressant de voir en quoi la procédure de contrôle du résultat évolue en fonction de l'expérience acquise. Quels sont les éléments signifiants et stabilisateurs qui vont se développer avec l'expérience et sa construction ? La gestion des informations contenues dans la prescription médicale, en lien avec les connaissances pratiques acquises antérieurement, comprend toute la problématique de la gestion des informations, relative à la notion de décision experte. Dans certaines situations de prescriptions médicales très incomplètes, l'information donnée est minimale et c'est l'infirmier qui va reconstruire ce qui est attendu. Ce processus tend à disparaître actuellement grâce à l'informatisation des services de soin. Enfin, nous faisons ainsi l'hypothèse que les représentations relatives aux paramètres de l'activité (raisons, motifs, intentions) sont à inclure dans la signification qui leur est attribuée dans le cadre de l'activité. Cela sous-tend une entente sur les situations d'action dans lesquelles les étudiants sont plongés. Ce sont dans les pratiques verbales, lieu d'échanges entre formateurs et formés, que vont s'établir des significations partagées.
L'efficacité consiste à apprendre à se servir des ces savoirs théoriques pour agir dans la réalité. Former le sujet à une démarche réflexive et à son action responsable afin de l'engager dans une réflexion éthique est un enjeu fondamental.
Il serait maintenant intéressant d'analyser à la fin de leur formation les procédures de calculs de doses mises en place par des élèves infirmiers comme nous avons d'ailleurs essayer de le faire ici, pour ensuite suivre cet échantillon d'infirmiers dans les services en situation professionnelle et sur plusieurs années afin de repérer comment l'expérience acquise progressivement en situation par chacun de ces mêmes infirmiers les amène à utiliser et à transformer leurs savoirs théoriques en compétences professionnelles.

## 6. Annexe

Test proposé en situation scolaire en en IFSI
Problème 1 : Vous devez passer une poche de FLAGYL 500 mg (antibiotique) qui a un volume de 100ml en 30 min.
a) Calculez le débit de la perfusion en gouttes/min.
b) Si on avait disposé d'une pompe volumétrique quel aurait été son débit en 4 heures pour passer cette poche de FLAGYL
c) Quel sera alors le volume administré en 30 minutes ?
Problème 2 : Un patient en cardiologie doit être mis sous un anticoagulant tel que l'HEPARINE. Le médecin prescrit : héparine 20000 UI (unités internationales)/24h. Nous disposons de flacons d'héparine de 5ml contenant 2500 UI. Nous utiliserons du sérum physiologique pour diluer ce produit actif, afin d'obtenir une seringue de 48 ml.

1) Calculer la quantité d'héparine et de sérum physiologique à prélever pour préparer une seringue de 48 ml pour 24 h
2) Calculer le débit de la seringue auto-pousseuse en ml/h

Problème 3 : Vous avez une seringue d'Ultiva (antalgique + sédatif) contenant 10 mg de produit actif dans 50 ml de glucosé. La prescription à appliquer est de 0,7 mg/h.

-Calculez la vitesse de la seringue en ml/h
Problème 4 : Vous avez un flacon de Fentanyl (dérivé morphinique) contenant 500 gammas dans 10 ml. Vous préparez une seringue de 500 gammas dans 50cc de sérum physiologique. La prescription est 50 gamma/h.
-Calculez le débit et la durée de la seringue en ml/h.
Problème 5 : Il faut préparer une seringue de Morphine, de façon à obtenir une dilution de 1 mg pour 1ml de solution.
Pour cela vous disposez d'ampoules de Morphine de 1ml dosées à 10mg.
La seringue devra être préparée avec du sérum physiologique (Nacl à 0,9%), et contenir 40 ml au total.
-Quelles quantités de Morphine et de sérum physiologique sont nécessaires à la préparation de cette seringue ?
Problème 6 : Vous devez administrer du Roaccutane (anti-acnéique) à raison de 0,5/Kg/24h en 3 prises à 1 patient de 18 ans pesant 60 kg. Chaque comprimé est dosé à 10 mg.
-Quelle quantité de Roacutane ce patient reçoit_il par 24h en mg ?
-Quelle quantité de Roacutane en mg administre-t-on à chaque prise ?
-Combien de comprimés administre-t-on à chaque prise ?
Problème 7 : Vous disposez d'un flacon NEBCINE de 1,5 ml contenant 75 mg de principe actif. Vous devez injecter 65 mg.
-Quel volume prélèverez-vous ?
Problème 8 : Vous devez préparer une perfusion :
1 litre de glucosé à 5%
+ 5g de Nacl (ampoule de 20 ml à 20%)
+ 2g de KCL (ampoule de 10 ml à 10%)
Quelle quantité de glucose en grammes est contenue dans le flacon de 1 litre de G5%
Calculez la quantité en ml d'électrolytes à introduire dans le flacon.
Calculez le débit/gouttes/mn pour la perfusion sachant qu'elle doit passer en 12h, en additionnant la quantité apportée par les électrolytes.
Exprimez le résultat en ml/h.

## 7. Bibliographie

Hahn C. (2007). Construire le lien entre pratiques professionnelles et savoir théoriques dans l'enseignement supérieur. *Education Permanente*, n°172, 39-44.

Malabry Y. (2004) « *Médiation, conceptualisation, pratiques des enseignants* ». Thèse en sciences de l'éducation. Sous la direction de Monsieur le professeur Gérard VERGNAUD. Université René Descartes, Paris V.

Pastré P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie*, n°38, p.9-17.

Schön D-A (1994). *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal : Editions Logiques

Vega A (2001). *Soignants/soignés. Pour une approche anthropologique des soins infirmiers.* Bruxelles : De Boeck Université.

Vergnaud G. (1990). La théorie des champs conceptuels. In *Recherches en Didactique des Mathématiques.* 10, 2-3, p. 133-170.