

*Analyses de pratiques de classes en mathématiques :
une double approche didactique et ergonomique*

Séminaire du 5 avril 2016

Le raisonnement proportionnel

***De l'école au métier :
le cas du travail infirmier***

Éric Roditi

Professeur de Sciences de l'éducation

Université Sorbonne Paris Cité



Introduction

De la prescription à l'administration : le calcul

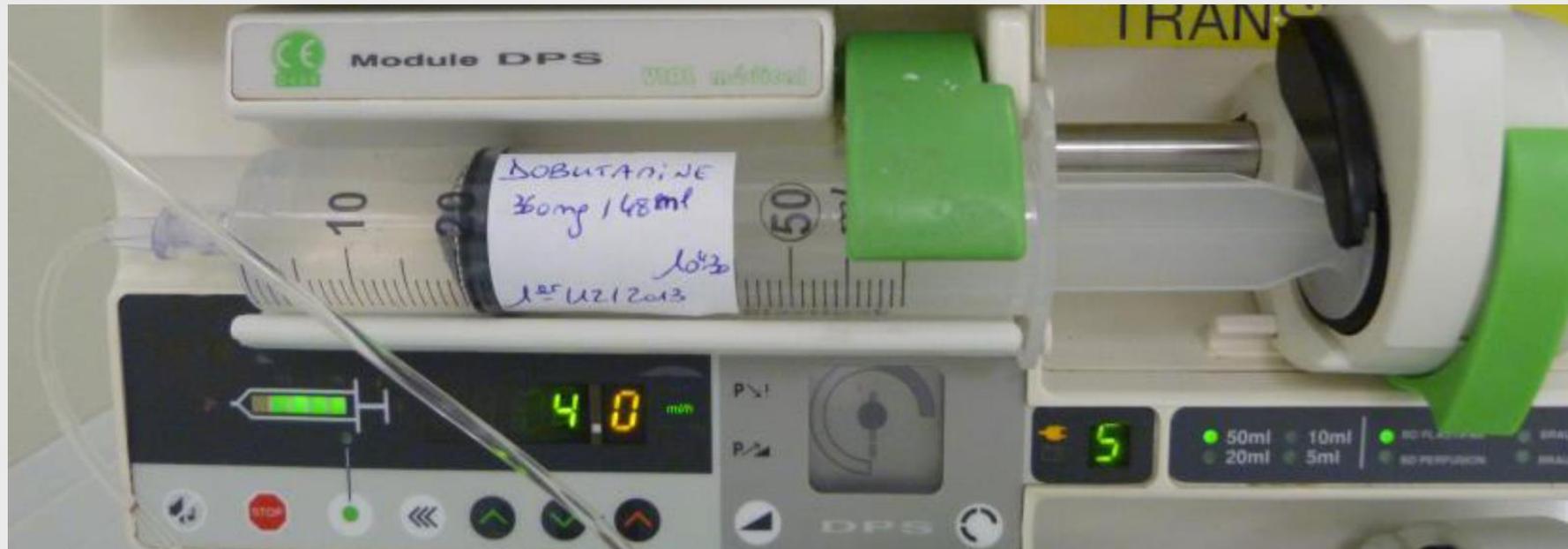
- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 μ g/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Administration**



En appliquant les mathématiques scolaires

■ Des calculs nécessaire à l'administration

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Calculs pour l'administration**

- Ce qui est recherché : un débit en mL/h de produit à injecter au patient et la durée correspondante de l'injection.
- On calcule la dose (mg) à injecter par heure au patient et on convertit cette dose en volume de produit (mL).
- La prescription correspond à 0,5 mg/min donc à 30 mg/h.

- **Les procédures liées au raisonnement proportionnel**

- Les procédures analogiques
- Les procédures analytiques
- Les procédures algébriques

En appliquant les mathématiques scolaires

■ Procédures analogiques

- Une prescription médicale en service de réanimation

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

La prescription correspond à 30 mg/h.

- On cherche le volume correspondant à 30 mg.

Différents calculs issus de procédures analogiques :

| | | | |
|-------------|-----|------|-----|
| Masse (mg) | 250 | 1 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 0,08 | 2,4 |

| | | | | |
|-------------|-----|-------|-----|-----|
| Masse (mg) | 250 | 1 000 | 10 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 80 | 0,8 | 2,4 |

| | | | | |
|-------------|-----|----|-----|-----|
| Masse (mg) | 250 | 25 | 5 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 2 | 0,4 | 2,4 |

| | | | | |
|-------------|-----|----|-----|-----|
| Masse (mg) | 250 | 50 | 300 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 4 | 24 | 2,4 |

En appliquant les mathématiques scolaires

■ Procédures analytiques

- Une prescription médicale en service de réanimation

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

La prescription correspond à 30 mg/h.

- On cherche le volume correspondant à 30 mg.

Le coefficient de proportionnalité des procédures analytiques :

| | | |
|--------------------|------------|------------|
| Masse (mg) | 250 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 2,4 |

Remarque : en multipliant 250 par 8 on obtient 2 000. Diviser par 12,5 c'est aussi multiplier par 0,08.

En appliquant les mathématiques scolaires

■ Procédures analytiques

- Une prescription médicale en service de réanimation

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

La prescription correspond à 30 mg/h.

- On cherche le volume correspondant à 30 mg.

Le coefficient de proportionnalité des procédures analytiques :

The diagram illustrates the calculation of a proportionality coefficient. A table with two rows and two columns is shown. The first row is labeled 'Masse (mg)' and contains the values 250 and 30. The second row is labeled 'Volume (mL)' and contains the values 20 and 2,4. To the left of the table, a curved arrow points from the table to a circle containing ': 0,08'. To the right of the table, a curved arrow points from the table to a circle containing 'x 0,08'.

| | | |
|-------------|-----|-----|
| Masse (mg) | 250 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | 2,4 |

En appliquant les mathématiques scolaires

■ Procédures algébriques

- Une prescription médicale en service de réanimation

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

La prescription correspond à 30 mg/h.

- On cherche le volume correspondant à 30 mg.

Égalité des rapports ou « produits en croix » :

| | | |
|-------------|-----|-----|
| Masse (mg) | 250 | 30 |
| Volume (mL) | 20 | x |

$$\frac{x}{30} = \frac{20}{250} \text{ donc } x = 30 \times \frac{20}{250} = \frac{600}{250} = 2,4$$

$$250 x = 20 \times 30 \text{ donc } x = \frac{600}{250} = 2,4$$

$$x = \frac{20 \times 30}{250} = 2,4$$

Calculs en contexte professionnel

■ De la prescription à l'administration

- **Des contraintes professionnelles...**

- Prescription : à lire, à respecter et à contrôler.
- Préparation : conditionnement, matériel, protocoles, etc.
- Administration : approximations, contraintes d'administration et de sécurité selon les services, information à l'équipe.

- **... et des marges de manœuvre**

- Pour la sécurité du patient (chaque équipe recalcule) et l'organisation du travail, l'infirmière peut fractionner la journée de traitement en trois fois 8h ou deux fois 12h.
- Pour le contrôle du débit, qui pourrait être dérégulé par le patient, on peut préférer un nombre entier de mL par heure. Et cela d'autant plus que le contrôle s'effectue par une autre infirmière.
- Pour adapter facilement l'administration aux évolutions de prescription en fonction de l'état du patient, l'infirmière préfère un lien simple entre la prescription et le débit.

Calculs en contexte professionnel

■ Analyse de la résolution « décontextualisée »

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 μ g/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Bilan des « mathématiques scolaires » appliquées**

La prescription correspond à 0,5mg/min soit 30 mg pour 1h.

On convertit la masse en volume.

250 mg \Rightarrow 20 mL

30 mg \Rightarrow ? mL Le volume calculé pour 1h est 2,4 mL

On remplit la seringue avec une ampoule, on règle le débit à 2,4 mL/h et on renouvelle la SAP après $20/2,4 = 8\text{h}20\text{min}$.

Problèmes : durée inadaptée au travail, débit non contrôlable...

Calculs en contexte professionnel

■ Raisonnements fondés sur la dose

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 μ g/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Calcul de la dose pour 12h de traitement**

La prescription est de 0,5 mg/min = 30 mg/h = 360 mg / 12h.

250 mg \Rightarrow 20 mL

360 mg \Rightarrow ? mL

Le volume est $7200/250 = 28,8$ mL

Le débit est donc $28,8/12 = 2,4$ mL/h

Durée adaptée au service, mais débit non contrôlable...

Calculs en contexte professionnel

■ Raisonnements fondés sur la dose

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Adaptation par dilution pour simplifier le débit**

La seringue a une capacité de 50 mL.

Les 360 mg pour 12h correspondent à un volume de 28,8 mL ; c'est ce volume qui conduit à un débit décimal.

Pour simplifier le débit (calcul et valeur), l'infirmière dilue le produit et complète avec de l'EPPI jusqu'à 48 mL.

Ces 48 mL sont à passer en 12h, elle règle le débit à 4 mL/h.

La durée et le débit conviennent , mais le calcul reste difficile à effectuer mentalement...

Calculs en contexte professionnel

■ Raisonnements fondés sur la dose

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 µg/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Adapter la concentration pour simplifier les calculs**

La prescription est $500 \mu\text{g}/\text{min} = 30 \text{ mg}/\text{h} = 360 \text{ mg}$ pour 12h.

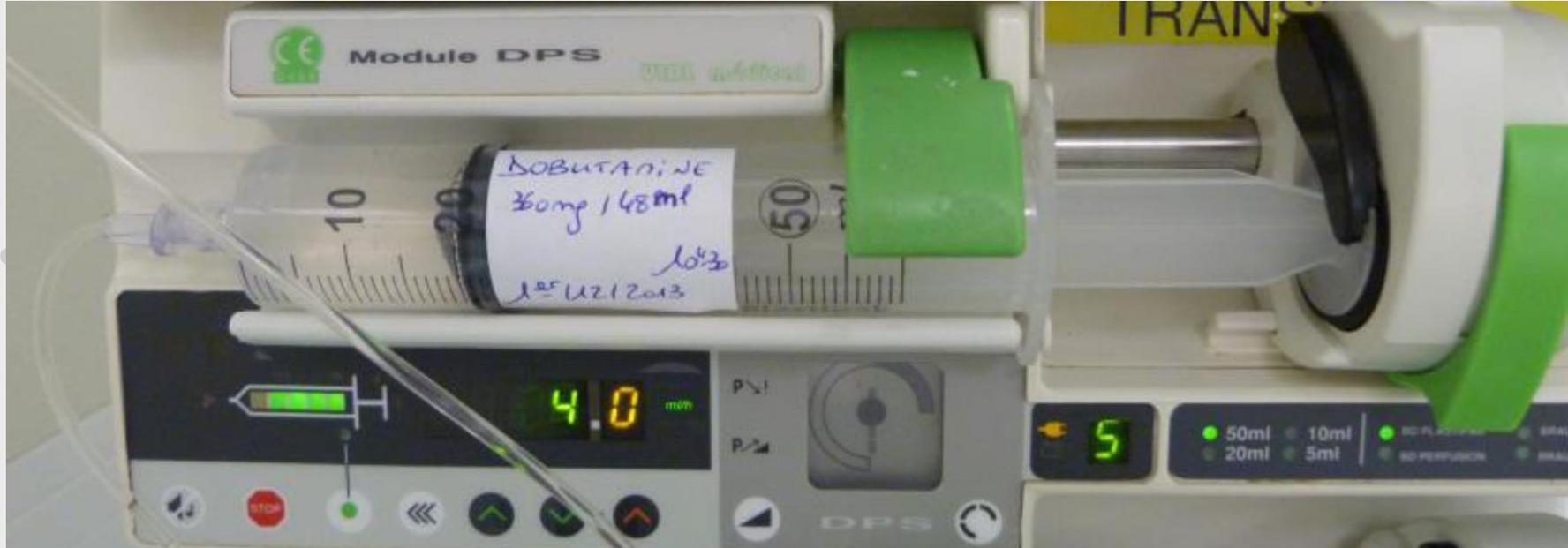
- On prélève deux ampoules et l'on a 500 mg et 40 mL ;
- On rajoute 10 mL d'EPPI et l'on a 500mg pour 50 mL ;
- On rejette de la solution pour conserver 36 mL soit 360 mg ;
- On complète avec 12 mL d'EPPI pour obtenir 48 mL.
- La SAP est posée pour 12h, le débit sera donc de 4 mL/h.

Plus de calcul, la durée est adaptée et le débit est entier !

Calculs en contexte professionnel

■ Raisonnements fondés sur la dose

- Une prescription médicale en service de réanimation



- On rejette de la solution pour conserver 36 mL soit **360 mg** ;
- On complète avec 12 mL d'EPI pour obtenir **48 mL**.
- La SAP est posée pour **12h**, le débit sera donc de **4 mL/h**.

Plus de calcul, la durée est adaptée et le débit est entier !

Calculs en contexte professionnel

■ Raisonnement fondé sur la concentration

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 μ g/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **L'infirmière choisit la concentration du produit**

- On prélève deux ampoules et l'on a 500 mg dans 40 mL ;

- On rajoute 10 mL d'EPPI et l'on a 500 mg dans 50 mL ;

- La prescription est de 0,5 mg/min = 30 mg/h

- Il suffit de régler la SAP à 3 mL/h

- La seringue contient de quoi traiter le patient pendant plus de 12h, on pourra changer la SAP après 12h (et jusqu'à 16h) de traitement.

Production mathématique professionnelle

■ Raisonnements fondés sur le débit

- **Une prescription médicale en service de réanimation**

Prescription à M. X, 50 kg, le 1er décembre 2013 à 10h30.

Injection de dobutamine : 10 µg/kg/min en SAP.

Conditionnement : ampoules de 250 mg / 20 mL.

- **Règle (re)construite pour cette administration**

– Objectif : obtenir un débit de 1 mL/h pour 1 µg/kg/min.

- Avec une seringue de 50 mL = 50h d'injection, il faudrait, pour un patient de P kg, une masse de produit en mg de :

$$1/1000 \times P \times 60 \times 50 = \mathbf{3} \times P$$

– Application : 50 kg donc 150 mg de produit et débit 10 mL/h

250 mg \Rightarrow 20 mL

Le volume correspondant est 12 mL

150 mg \Rightarrow ? mL

On ajoute 38 mL d'EPPI

Si le patient est « stable », il faudra changer la SAP après 5h.

Production mathématique professionnelle

■ Raisonnements fondés sur le débit

dose : 250 Mg DOPAMINE OU DOBUTAMINE (tableau en Mcg/kg/Mn)

volume: 50 ML soit 5 Mg/ml

| poids | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Débit ml/h | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2,4 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 |
| 2 | 4,8 | 4,2 | 3,7 | 3,3 | 3,0 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 1,8 |
| 3 | 7,1 | 6,3 | 5,6 | 5,0 | 4,5 | 4,2 | 3,8 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 2,8 | 2,6 |
| 4 | 9,5 | 8,3 | 7,4 | 6,7 | 6,1 | 5,6 | 5,1 | 4,8 | 4,4 | 4,2 | 3,9 | 3,7 | 3,5 |
| 5 | 11,9 | 10,4 | 9,3 | 8,3 | 7,6 | 6,9 | 6,4 | 6,0 | 5,6 | 5,2 | 4,9 | 4,6 | 4,4 |
| 6 | 14,3 | 12,5 | 11,1 | 10,0 | 9,1 | 8,3 | 7,7 | 7,1 | 6,7 | 6,3 | 5,9 | 5,6 | 5,3 |
| 7 | 16,7 | 14,6 | 13,0 | 11,7 | 10,6 | 9,7 | 9,0 | 8,3 | 7,8 | 7,3 | 6,9 | 6,5 | 6,1 |
| 8 | 19,0 | 16,7 | 14,8 | 13,3 | 12,1 | 11,1 | 10,3 | 9,5 | 8,9 | 8,3 | 7,8 | 7,4 | 7,0 |
| 9 | 21,4 | 18,8 | 16,7 | 15,0 | 13,6 | 12,5 | 11,5 | 10,7 | 10,0 | 9,4 | 8,8 | 8,3 | 7,9 |
| 10 | 23,8 | 20,8 | 18,5 | 16,7 | 15,2 | 13,9 | 12,8 | 11,9 | 11,1 | 10,4 | 9,8 | 9,3 | 8,8 |

Conclusions

■ **Les mathématiques en contexte professionnel**

- **Ne sont pas des mathématiques « appliquées »**
 - Les infirmières n'appliquent pas le raisonnement les produits croisés de manière systématique.
 - Mais elles l'appliquent en cas de doute.
- **Mais des mathématiques impliquées de façon variable**
 - Des choix mathématiques imbriqués avec ceux du travail.
 - Cela peut conduire à (re)construire des formules ou des outils spécifiques (développement actuel de logiciels).

■ **Malaise dans la formation des infirmières**

- **Les mathématiques « savantes » sont transposées**
- **Les mathématiques des professionnels sont en mal de reconnaissance**

Vient de paraître...

Pratique du calcul de doses

| Comment éviter les erreurs

Daniel Benlahouès

Préface de Eric Roditi

SCIENCES
ET SANTÉ

Directrice de la collection : Thérèse Psluk

estem · Vuibert