

Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève

**Incidents de perfusion aux soins intensifs de pédiatrie :  
existe-t-il un lien entre les alarmes d'occlusion et des  
incompatibilités médicamenteuses ?**

**Travail de Recherche**

présenté à la

Faculté des Sciences de  
l'Université de Genève

par

**Analys Kiener**

Responsables

Dre Caroline Fonzo-Christe, Dr Peter Rimensberger, Prof. Pascal Bonnabry

Genève  
2008

## REMERCIEMENTS

---

La réalisation de ce travail a été très enrichissante : elle m'a permis de découvrir le fonctionnement général d'une pharmacie d'hôpital universitaire. L'étroite collaboration avec les USI et son personnel (infirmières et médecins) m'a donné un bon aperçu des problématiques rencontrées dans une unité de soins intensifs et de l'importance pour ces deux services (la pharmacie et les soins intensifs) de travailler ensemble.

Je tiens tout particulièrement à remercier la Dre Caroline Fonzo-Christe pour son encadrement et ses précieux conseils durant toute la réalisation de ce travail.

J'aimerais aussi remercier le Prof. Pascal Bonnabry pour son accueil au sein de la Pharmacie des HUG, ce qui m'a permis de découvrir le milieu de la pharmacie hospitalière.

Un grand merci à Nathalie Bochaton, infirmière chargée de formation aux USI, pour les nombreuses heures consacrées à la mise à jour de la bibliothèque de médicaments et pour m'avoir initiée au fonctionnement d'un service de soins intensifs de pédiatrie.

Merci au Dr CC Peter Rimensberger, médecin responsable des USI et au Prof Michel Berner, médecin chef du service de Néonatalogie et Soins intensifs, de m'avoir permis de réaliser ce travail dans leur service.

Un grand merci aussi à toutes les infirmières qui ont participé à l'étude pilote.

Merci aussi à l'équipe du laboratoire de qualité d'avoir supporté avec patience les alarmes des pousse-seringues, et en particulier à la Dre Sandrine Fleury pour ses conseils analytiques et à Jean-Frédéric Saadi pour son aide lors de la réalisation du comptage particulière.

Merci aux techniciens de la maintenance biomédicale, de Granger Medical, de Fresenius Vial et d'Arcomed pour leur aide dans la résolution des problèmes techniques rencontrés.

Pour finir, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin au projet qualité avant le début de ce travail de recherche.

## RÉSUMÉ

---

Les conditions d'administration de médicaments par voie parentérale aux soins intensifs de pédiatrie sont particulières étant donné le nombre restreint d'accès veineux, le petit diamètre des cathéters utilisés et le faible débit de perfusion. Il est ainsi courant que plusieurs médicaments à haute concentration soient administrés en même temps sur la même voie. Le risque d'incompatibilité physicochimique, principalement une précipitation, est alors élevé faisant redouter des incidents type occlusion de la tubulure, ou, plus rarement, des complications cliniques importantes (embolies).

Le présent travail avait plusieurs objectifs. Premièrement, il s'agissait d'évaluer les systèmes de perfusion utilisés en Suisse par les services de soins intensifs et d'élaborer une bibliothèque de médicaments pour la gestion centralisée des appareils de perfusion acquise par les soins intensifs de pédiatrie des HUG (USI). Le second volet de ce travail se concentrait sur une étude expérimentale devant permettre de démontrer quand et comment se fait la mise en alarme d'occlusion de ces appareils. Troisièmement, une récolte des alarmes survenant sur les pompes et les pousse-seringues aux USI était réalisée dans le but d'établir un lien potentiel entre ces alarmes et des incompatibilités médicamenteuses.

La récolte a permis d'enregistrer un grand nombre d'alarmes dont 30% d'alarmes d'occlusion. Le faible nombre d'observations n'a pas permis d'établir un lien entre ces occlusions et des incompatibilités médicamenteuses.

La partie expérimentale a toutefois démontré que des médicaments incompatibles aboutissant à un précipité dans la tubulure peuvent être perfusés sans déclencher d'alarme d'occlusion. Cette observation conduit à recommander fortement l'emploi de filtres en ligne en routine, d'autant plus qu'il a pu être démontré que ces dispositifs ne génèrent pas d'augmentation de pression dans la tubulure.

Bien qu'une étude de recensement des occlusions de plus longue durée soit nécessaire pour établir un lien entre incompatibilités médicamenteuses et alarmes d'occlusion dans la pratique des USI, ce travail a permis de montrer l'utilité de la gestion centralisée des appareils électriques de perfusion, tout du moins dans un contexte de soins intensifs, mais aussi la difficulté d'implanter ce système et l'importance de la formation des médecins et des infirmières à son utilisation.

**Mots-clés :** incidents de perfusion, appareils électriques de perfusion, sécurité d'administration des médicaments, incompatibilités physicochimiques, soins intensifs de pédiatrie.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

CIVAS	centralized intravenous additives service
DCI	dénomination commune internationale
FF	force de frottement du piston contre les parois de la seringue
HUG	Hôpitaux Universitaires de Genève
IVD	injection intraveineuse directe (push)
$\eta$	viscosité du produit
PP	pression de perfusion
PS	pousse-seringue
PV	pompe volumétrique
R	résistance en aval de la seringue
SIA	soins intensifs adultes
SIP	soins intensifs de pédiatrie
USI	Unité de Soins Intensifs de Pédiatrie des Hôpitaux Universitaires de Genève
v	vitesse de perfusion (= débit)

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1. LES SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE	1
1.2. L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS	1
1.2.1. Les appareils électriques de perfusion	1
1.2.2. La technologie "smart pumps"	3
1.2.3. Les occlusions [15]	3
1.3. LES INCOMPATIBILITÉS PHYSICOCHEMISTIQUES	5
1.4. OBJECTIFS DU TRAVAIL	6
<b>2. ENQUÊTE</b>	<b>7</b>
2.1. INTRODUCTION	7
2.2. MÉTHODE	7
2.3. RÉSULTATS	7
2.3.1. Données générales	8
2.3.2. Préparation des médicaments injectables	8
2.3.3. Matériel utilisé pour l'administration des médicaments	10
2.4. DISCUSSION	10
2.4.1. Préparation des médicaments	10
2.4.2. Matériel utilisé pour l'administration des médicaments	11
2.5. CONCLUSION	11
<b>3. BIBLIOTHÈQUES DE MÉDICAMENTS</b>	<b>12</b>
3.1. INTRODUCTION	12
3.2. MÉTHODE	13
3.3. RÉSULTATS	13
3.3.1. Bibliothèques	13
3.3.2. Comparaison avec la littérature	14
3.3.3. Comparaison avec les concentrations standard de la littérature	15
3.4. DISCUSSION	16
3.4.1. Bibliothèques	16
3.4.2. Comparaison avec la littérature	17

3.4.3. Comparaison avec les concentrations standard de la littérature .....	17
3.5. CONCLUSION .....	17
<b>4. TEST EXPÉRIMENTAL .....</b>	<b>19</b>
4.1. INTRODUCTION .....	19
4.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	20
4.2.1. Matériel .....	20
4.2.2. Méthodes .....	21
4.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	23
4.3.1. Première partie : test d'incompatibilité .....	23
4.3.2. Deuxième partie : détermination du débit maximal.....	23
4.3.3. Troisième partie : injection d'un précipité .....	25
4.3.4. Quatrième partie : injection en Y de deux médicaments incompatibles .....	26
4.4. CONCLUSION .....	28
<b>5. TEST EN CONDITIONS CLINIQUES AUX SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE.....</b>	<b>29</b>
5.1. INTRODUCTION .....	29
5.2. MÉTHODE.....	29
5.3. RÉSULTATS .....	30
5.3.1. Récolte de données.....	30
5.3.2. Détail des alarmes d'occlusion récoltées .....	31
5.3.3. Problèmes techniques détectés .....	31
5.4. DISCUSSION.....	32
5.5. CONCLUSION .....	32
<b>6. DISCUSSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>33</b>
<b>7. CONCLUSION .....</b>	<b>34</b>
<b>8. RÉFÉRENCES .....</b>	<b>35</b>
<b>9. ANNEXES .....</b>	<b>37</b>

# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1. LES SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE

Le service de Néonatalogie et de Soins Intensifs de Pédiatrie des Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG) a pour mission de "prendre en charge globalement tout nouveau-né, nourrisson ou enfant présentant un risque significatif et immédiat de décès, ou nécessitant une surveillance ou un geste thérapeutique défini comme relevant exclusivement d'une unité de soins intensifs". [1]

Les soins intensifs de pédiatrie accueillent un large panel d'enfants en termes d'âge (naissance à 16 ans), de poids (350 g à 80 kg) et de pathologies, consistant majoritairement en des nouveau-nés prématurés et/ou souffrant de malformations anatomiques ou physiologiques majeures, des patients ayant subi des opérations cardiaques ou des greffes hépatiques, et des polytraumatisés. Ces patients se trouvent généralement dans un statut médical instable engendrant une polymédication importante. En raison de leur jeune âge, le nombre de voies d'administration à disposition est restreint ce qui oblige les soignants à perfuser plusieurs produits sur la même voie. Le diamètre des cathéters est lui aussi limité. Chez les prématurés ou lors de restriction hydrique, le volume injectable est également très faible contraignant ainsi à la préparation de solutions très concentrées et/ou à haute viscosité. Tous les facteurs cités, alliés à l'environnement particulier des soins intensifs (stress), expliquent le risque particulièrement élevé de survenue d'alarmes lors de la perfusion signalant un problème technique ou médicamenteux. Les USI comptent actuellement 14 lits de pédiatrie, dont 4 de soins intermédiaires (hors risque vital mais nécessitant un monitoring rapproché), et 7 lits de néonatalogie.

## 1.2. L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS

### 1.2.1. LES APPAREILS ÉLECTRIQUES DE PERFUSION

Les appareils électriques de perfusion sont utilisés dans le but de permettre l'administration parentérale de médicaments et de nutrition. Les principaux appareils utilisés sont les pompes volumétriques et les pousse-seringues. Ce type de pompes est, comme son nom l'indique, un dispositif dont le débit est réglé en volume de liquide et non en nombre de gouttes. [2]

La technologie et la performance des appareils de perfusion s'est beaucoup développée ces quinze dernières années. Les pompes de perfusion doivent permettre d'administrer les médicaments de manière précise et régulière tout en limitant les risques liés à l'administration de médicaments par voie parentérale. Ils sont ainsi équipés d'un système d'alarmes devant alerter le soignant de la survenue d'une occlusion sur la voie, d'air dans la ligne de perfusion ou de tout arrêt de la perfusion.[3]

En fonction du type de médicament perfusé et de patient, les spécifications en termes de précision à bas débit, de réglage de débit, de seuil d'alarme de pression ou encore de volume de liquide libéré en levée d'occlusion sont plus ou moins exigeantes (cf. Tableau 1) [4]. Le milieu des soins intensifs et de la néonatalogie est de fait concerné par l'administration de médicaments à haut risque et à marge thérapeutique étroite nécessitant un appareillage très performant.

Les pousse-seringues étant plus performants que les pompes dans la précision du débit ( $\pm 3\%$  [5] versus  $\pm 5\%$  [6]), ils sont utilisés aux USI pour injecter la plupart des médicaments. Les pompes sont réservées à la nutrition, aux dérivés sanguins et aux médicaments injectés dans un volume supérieur à 60ml, volume maximal des seringues.

Tableau 1 : spécifications du matériel de perfusion pour la néonatalogie et les médicaments à haut risque [4]

	Spécifications pour la néonatalogie	Spécifications pour les médicaments à haut risque
Ex. de médicaments	Alprostadil, indométacine	Amines, morphine, midazolam, insuline, KCl
Précision à 5 ml/h (pousse-seringue) ou 25 ml/h (pompe volumétrique)	± 5%	± 7.5%
Précision sur 60 min à 1 ml/h	± 5%	± 5%
Bolus en levée d'occlusion	0.3 ml	0.6 ml
Seuil d'alarme d'occlusion	300 mmHg	500 mmHg
Incrémentement du débit	0.1 ml/h	1 ml/h

Les pompes volumétriques (Figure 1) sont des appareils dans lesquels l'écoulement du liquide est produit par une force mécanique de type péristaltique linéaire (Figure 2), c'est-à-dire que des « doigts » pressent sur la tubulure de la perfusion dans un sens tel que le liquide avance vers le patient. [6]



Figure 1 : pompe volumétrique Module MVP de Fresenius Vial [7]

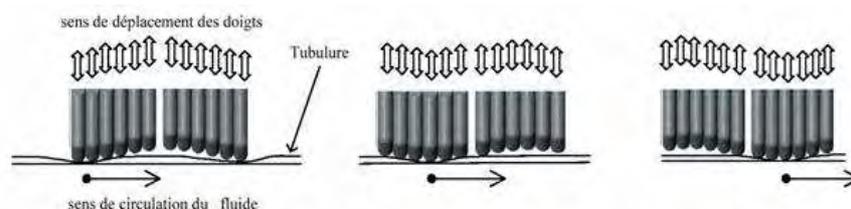


Figure 2 : péristaltisme linéaire [8]

Les pousse-seringues (Figure 3) sont des dispositifs dans lesquels l'écoulement du liquide est produit par une force mécanique, mais dans ce cas, un poussoir fait avancer le piston de la seringue, éjectant ainsi le liquide dans la tubulure de la perfusion. Le poussoir est lui-même mis en mouvement par un moteur fonctionnant à l'aide d'un système de vis sans fin.



Figure 3 : pousse-seringue Module DPS de Fresenius Vial [7]

### 1.2.2. LA TECHNOLOGIE "SMART PUMPS"

Les "smart pumps" (Figure 4) sont des pompes de perfusion couplées à un système informatique qui les gère de manière centralisée permettant une visualisation continue de toutes les voies de perfusion, notamment le médicament injecté, le débit, la concentration, le volume administré et le temps de perfusion écoulé. Ce système enregistre aussi tous les incidents de perfusion survenant sur les appareils. [9]

Les "smart pumps" ont été développées dans le but d'augmenter la sécurité d'administration des médicaments. Pour ce faire, elles contiennent une bibliothèque de médicaments avec des limites minimales et maximales de concentration et de débit et un système d'alerte si les limites sont transgressées. La gestion informatisée permet également de supprimer les calculs, de faciliter la sélection du médicament et d'intégrer des messages à but informatif à l'attention du soignant. [10]



Figure 4 : Base Intensive de Fresenius Vial [7]

Les données de la littérature sont toutefois contradictoires quant à une augmentation réelle de la sécurité d'administration à l'aide des "smart pumps". Selon Husch *et al* [11], les "smart pumps" n'auraient permis d'éviter qu'une seule erreur sur 389 observées lors d'administration de médicaments. Cette étude met en évidence le fait que les erreurs d'administration sont très variées et n'impliquent pas seulement l'administration en tant que telle mais tout un système. Ainsi, si les "smart pumps" permettent d'éviter des erreurs de débit, elles ne permettent pas d'éviter que le mauvais médicament soit administré au mauvais patient. Il en conclut que les "smart pumps" sont nécessaires à un système sûr, mais que sans application supplémentaire telle que dossier médical et prescription informatisés, utilisation de code-barres, elles ne permettent pas une augmentation significative de la sécurité d'administration des médicaments. Dans une autre étude réalisée aux soins intensifs et visant à déterminer à quelle fréquence des événements indésirables évitables des médicaments administrés en IV provoquaient une alerte de la part du système de sécurité des "smart pumps", Nuckols *et al* [12] ont montré que les "smart pumps" évaluées sont inefficaces pour diminuer les événements indésirables des médicaments intraveineux, car elles n'auraient permis d'en éviter que 4%. Pour Rotschild *et al* [13], l'implantation de "smart pumps" aux soins intensifs de chirurgie cardiaque a permis de mettre en évidence de nombreux problèmes de sécurité ignorés ou sous-reconnus jusque-là, mais aucun impact favorable n'a été observé sur le taux d'erreur. Dans leur étude de l'effet des "smart pumps" sur les erreurs de médication en lien avec la programmation des dispositifs de perfusion, Malashock *et al* [14] montrent que, bien que le nombre d'alertes récoltées soit faible par rapport au nombre de médicaments perfusés, chacune de ces alertes auraient pu avoir des conséquences non négligeables.

Les "smart pumps" semblent ainsi permettre d'éviter certains types d'erreurs potentiellement très à risque pour les patients, mais n'en empêchent pas d'autres de survenir. Ces technologies devraient être associées à d'autres mesures visant à réduire les erreurs d'administration des médicaments.

### 1.2.3. LES OCCLUSIONS [15]

Une occlusion est définie comme l'obstruction d'un cathéter pouvant être partielle ou complète et provoquant une augmentation de la pression nécessaire à l'écoulement du liquide de perfusion, appelée **pression de perfusion (PP)**. Cette dernière est déterminée par quatre facteurs (voir le Tableau 2 ci-dessous) : la vitesse de perfusion, la force de frottement du piston contre le corps de la seringue pour les pousse-seringues, la viscosité du produit et la résistance en aval de la seringue ou de la pompe à perfusion.

Tableau 2 : facteurs déterminants la pression de perfusion [15]

Facteurs	Effet sur la pression de perfusion	Commentaires
Vitesse de perfusion (débit) $v$	Si $v$ $\nearrow$ , PP $\nearrow$	Si occlusion, plus $v$ est grand, plus le seuil d'alarme est atteint rapidement
Force de frottement du piston contre la seringue FF	Si FF $\nearrow$ , PP $\searrow$	Valeurs intégrées par les fabricants et effet "déduit" lors d'occlusion
Viscosité du produit $\eta$	Si $\eta$ $\nearrow$ , PP $\nearrow$	
Résistance en aval de la seringue R	Si R $\nearrow$ , PP $\nearrow$	Compris dans R : longueur et diamètre de la ligne de perfusion, filtre en ligne, pression veineuse du patient Autres facteurs pouvant influencer la résistance : accidents de type fuite, déviation et obstruction.

L'augmentation de la pression de perfusion va conduire à une alarme d'occlusion, pour autant qu'elle dépasse un certain seuil, le seuil d'alarme d'occlusion, fixé par les utilisateurs. La pression de perfusion est mesurée par un capteur situé sur le poussoir des pousse-seringues et sur le passage de la tubulure dans les pompes volumétriques.

### CAUSES

Les causes d'occlusions de cathéter sont très variées. Elles peuvent survenir en tous points sur la ligne de perfusion et plus l'obstacle se trouve proche du patient, plus l'augmentation de la pression de perfusion se fera de façon retardée, conduisant ainsi à un délai prolongé avant le déclenchement de l'alarme d'occlusion. Ainsi, le temps de sous-perfusion, voire de non-perfusion peut être long suivant que l'occlusion est partielle ou totale.

Le délai de mise en alarme d'occlusion dépend de la vitesse de perfusion, de la compliance du matériel de perfusion [16] et de la taille de la seringue [17 ; 18].

Les occlusions peuvent avoir plusieurs origines : la coudure d'une tubulure, situation souvent rencontrée lorsque les patients sont éveillés et agités ou lorsque des soins sont administrés ; un robinet fermé ou une tubulure clampée, survenant surtout lors de l'administration d'un bolus ou d'un médicament en IVD ou lors d'un changement de perfusion ; une obstruction du cathéter causée soit par un précipité de plusieurs médicaments administrés simultanément (incompatibilités physicochimiques), soit par une occlusion progressive par activation des facteurs de l'hémostase au contact du cathéter. Les facteurs favorisant ce phénomène sont une vitesse de perfusion trop faible et un cathéter long et fin et dont le diamètre est disproportionné par rapport au vaisseau du patient (plus le cathéter bouge, plus les facteurs de la coagulation sont activés).

### CONSÉQUENCES

Les effets d'une occlusion d'un cathéter peuvent être plus ou moins graves suivant que l'occlusion est remarquée rapidement ou non et selon l'endroit où se trouve le cathéter.

La première conséquence d'une occlusion est une diminution ou une irrégularité, voire l'arrêt de l'administration du médicament, conduisant à une baisse de l'effet de ce dernier, ce qui peut avoir des conséquences de gravité variable en fonction de la classe thérapeutique du médicament concerné.

La deuxième est l'obstruction du cathéter. En effet, même si cette obstruction n'est pas la cause première de l'occlusion, elle peut en être une conséquence due au faible débit résultant qui va provoquer l'activation des facteurs de la coagulation. Dans la plupart des cas, l'obstruction conduit

malheureusement à devoir retirer le cathéter et à en reposer un autre ailleurs, avec les risques infectieux inhérents. Une autre conséquence de l'obstruction d'un cathéter est l'administration d'un bolus au patient lors de ce que l'on appelle la levée d'occlusion, pendant laquelle un volume de liquide et d'éventuelles particules bouchant le cathéter sont libérées en raison de l'augmentation de la pression. Suivant les médicaments administrés, ceci peut avoir un impact non négligeable sur l'état du patient.

Une occlusion peut également conduire à une inflammation du vaisseau sanguin. Ceci est dû au fait que lorsque le débit de perfusion est nul, le cathéter est reconnu comme un corps étranger provoquant une inflammation locale de l'endothélium vasculaire qui va se transmettre à l'ensemble de la structure vasculaire et résulter en une veinite. Cette lésion est le point de départ de la formation d'un caillot conduisant à une thrombophlébite. Cette dernière peut alors conduire aux trois complications majeures que sont l'infection du thrombus, l'extension vers les vaisseaux centraux et la migration d'un fragment du thrombus provoquant une embolie pulmonaire. Une autre raison d'embolie rencontrée lors d'une obstruction d'un cathéter est l'injection de précipité soit lors de la levée d'occlusion, soit pendant la perfusion avant le déclenchement de l'alarme d'occlusion.

## PRÉVENTION

La prévention des occlusions et surtout de leurs conséquences consiste à éviter les facteurs déclenchant et à bien régler les alarmes de pression sur les pompes de perfusion pour permettre une détection rapide de l'occlusion et ainsi de diminuer le temps de sous-voire de non-perfusion. Il est par exemple possible d'hépariniser la ligne de perfusion pour éviter la formation de thrombus.

### 1.3. LES INCOMPATIBILITÉS PHYSICOCHEMISQUES

Une incompatibilité est le résultat d'un phénomène physicochimique ayant lieu entre deux produits, se traduisant visuellement par le changement d'un état physique (turbidité, précipitation, changement de coloration, etc). Elle peut avoir lieu entre deux principes actifs, mais aussi entre un principe actif et un excipient, entre deux excipients ou entre un principe actif et un contenant. Les incompatibilités médicamenteuses peuvent être de deux types : physiques ou chimiques. Les incompatibilités physiques sont en principe visibles. Il peut s'agir de la formation d'un précipité, de l'apparition d'une coalescence ou d'une coloration ou d'un dégagement gazeux. La plupart de ces réactions résultent d'un changement de solubilité d'un produit ou d'une réaction acide-base. Les incompatibilités de type chimique peuvent quant à elles être visibles ou non, étant donné qu'il peut s'agir de réactions d'oxydoréduction, de changement de pH, de photodégradation ou d'hydrolyse. La dégradation possible d'un médicament par ce type de réaction peut résulter en une inactivation du principe actif ou la formation d'un composé toxique. [19]

Les incompatibilités physicochimiques sont des phénomènes fréquents, en particulier lorsque la voie parentérale est beaucoup utilisée pour l'administration des médicaments comme aux soins intensifs de pédiatrie. En effet, le nombre de voies d'administration est restreint, les cathéters utilisés de petit diamètre, le volume total injectable et les débits de perfusion faibles, ce qui conduit à administrer les médicaments à hautes concentrations, parfois à viscosité élevée, et de manière parallèle. Une étude comprenant 19 patients réalisée aux soins intensifs de pédiatrie du CHUV à Lausanne a montré que 31% des patients recevaient deux médicaments en parallèle, 45% trois médicaments et 23% plus de trois médicaments. Parmi ces combinaisons, 3.4% étaient incompatibles et 10.3% des mélanges non évalués dans la littérature. [20]

Ce résultat soulève la problématique de la documentation des incompatibilités. Beaucoup de données existent dans la littérature dans des livres de référence [21], des outils en ligne [22 ; 23] ou des logiciels informatiques [24] mais le problème est que très souvent, dans la pratique, des paramètres tels que la concentration, le pH des solutions, les débits de perfusion (volumes mis en contact) et le temps de contact sont différents des tests *in vitro* documentés dans la littérature, ce qui empêche la comparaison. De plus, les données sont parfois contradictoires entre sources de références. [25]

Pour essayer de diminuer l'incidence des incompatibilités, des systèmes permettant de prévenir l'administration de mélanges incompatibles ont été envisagés. Certains hôpitaux travaillent avec des

tableaux croisés (CHUV, soins intensifs à Sion, soins intensifs de pédiatrie de l'hôpital pédiatrique universitaire de Mainz [26]). Ces outils offrent une information particulièrement rapide, nécessaire dans des services comme les soins intensifs. Aux soins intensifs de l'hôpital de Schaffhouse, un système de code couleur basé uniquement sur le pH des médicaments a été mis en place et a permis de réduire de 15 à 2% le taux de médicaments administrés incompatibles [27].

Les incompatibilités pouvant conduire à la formation d'un précipité d'un ou des médicaments présents en solution, elles peuvent provoquer des occlusions dans les lignes de perfusion et les raccords, augmentant ainsi la pression de perfusion et conduisant à la survenue d'alarmes d'occlusion.

Des filtres en ligne sont utilisés dans certains services de néonatalogie et de soins intensifs pour prévenir un éventuel passage de particules dans le patient lors d'incompatibilité médicamenteuse. Le gain en sécurité peut être discuté face aux désavantages que sont le rajout d'une résistance supplémentaire sur la ligne de perfusion, la manipulation liée à la pose et les risques infectieux potentiels, et le coût de ces dispositifs.

Pour éviter le retrait d'un cathéter bouché, des techniques de dissolution des précipités en ligne sont en développement. Les occlusions d'origine non thrombotique sont traitées de manière différente en fonction des substances les ayant causées : éthanol 70% pour les lipides, acide chlorhydrique 0.1N pour les précipités minéraux et bicarbonate de sodium, hydroxyde sodium 0.1N ou acide chlorhydrique 0.1 N pour les précipités de médicaments en fonction du pH de ces derniers (acides dissous par de l'acide et basiques par une base) [28]. Werlin *et al* [29] ont développé un protocole standard pour le traitement des occlusions des cathéters veineux centraux chez les patients pédiatriques par de l'acide chlorhydrique ou de l'éthanol. La fonctionnalité des cathéters a été restaurée dans 34 cas sur 39 en utilisant 0.55 ml/kg (maximum 3 ml) d'éthanol 70% pour les occlusions lipidiques et jusqu'à 3 ml d'acide chlorhydrique 0.1N (jusqu'à 1 ml pour les enfants de 1 à 3 kg) pour les précipités engendrés par des minéraux ou des médicaments. Bien que l'on puisse imaginer que ces méthodes provoquent des effets indésirables chez le patient (type acidose par exemple), plusieurs auteurs [30 ; 31] utilisant ces techniques déclarent n'avoir observé aucun effet indésirable lié à l'injection d'acide chlorhydrique. Ceci est dû au fait que les volumes utilisés sont faibles et que dans un cas [31], l'acide n'est pas injecté dans le patient mais uniquement dans le cathéter puis est réaspiré. Breaux *et al* [32] ont observé un état fébrile temporaire chez 42% patients traités mais aucune complication grave.

## 1.4. OBJECTIFS DU TRAVAIL

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet qualité des HUG visant à améliorer la qualité et la sécurité d'administration des médicaments en pédiatrie, débuté il y a quelques années.

Les buts de ce projet et du présent travail sont d'évaluer les systèmes de perfusion utilisés en Suisse par les services de soins intensifs, d'élaborer une bibliothèque de médicaments pour les smart pumps acquises par les USI et de déterminer s'il existe un lien entre les alarmes d'occlusion survenant sur les pompes volumétriques et les pousse-seringues et des incompatibilités médicamenteuses. Ce travail doit également permettre de déterminer par une étude expérimentale comment se fait la mise en alarme d'occlusion lors de la perfusion de deux médicaments incompatibles dans les conditions de perfusion en vigueur aux USI.

## 2. ENQUÊTE

---

### 2.1. INTRODUCTION

Certains hôpitaux travaillent depuis plusieurs années avec des smart pumps offrant une gestion centralisée de l'administration des médicaments. [10 ; 12 - 14 ; 33]

Différents logiciels existent sur le marché. Les Soins Intensifs de Pédiatrie des HUG (USI) ont fait l'acquisition de Bases Intensives du fabricant Fresenius Vial. Ce système couple un ordinateur contenant une bibliothèque de médicaments et permettant de gérer des pousse-seringues de type Module DPS et des pompes volumétriques de type Module MVP. La bibliothèque contient, pour chaque médicament, des limites minimales et maximales de concentration et de débit ne pouvant être transgressées (hard limits).

Les Bases Intensives sont notamment utilisées par les services de néonatalogie du CHRU de Lille et les soins intensifs pédiatriques du St-Georges Hospital de Londres. Selon les informations reçues de ces deux institutions, ce système fonctionne depuis quelques années à la satisfaction des utilisateurs et semble permettre de réduire le nombre d'incidents critiques lors de l'administration de médicaments (communications personnelles, Dr T. Rakza, CHRU, Lille, Dr L. Murdoch, St-Georges Hospital, Londres). Les faiblesses de systèmes tels que les smart pumps ont été évoquées en introduction (§1.2.2.).

Au vu des développements technologiques offerts par les smart pumps, il semblait intéressant d'évaluer leur utilisation en Suisse. Une enquête auprès des services de soins intensifs des hôpitaux suisses, universitaires ou non, a ainsi été réalisée dans le but d'apporter un aperçu de l'utilisation de la gestion centralisée des appareils de perfusion et plus généralement du mode de préparation des médicaments et du matériel utilisé pour leur administration.

### 2.2. MÉTHODE

Un questionnaire (en annexe 1) a été envoyé par courrier électronique en français et en anglais à tous les pharmaciens chefs membres de la Société Suisse des Pharmaciens de l'Administration et des Hôpitaux (GSASA). Les HUG ont fait partie de l'enquête. La récolte des réponses a été effectuée sur 6 semaines (mi-mars - fin avril 2008) et un e-mail de rappel a été envoyé après 3 semaines.

Le questionnaire était constitué de trois parties : la première concernait les données générales de l'hôpital (personne de contact et nombre de lits). La deuxième et la troisième partie comportaient les mêmes questions (préparation des médicaments et matériel utilisé pour leur administration) mais l'une était destinée aux soins intensifs adultes et l'autre aux soins intensifs de pédiatrie. Après réception du questionnaire, certains pharmaciens ont été contactés par téléphone pour obtenir un complément d'information sur les pratiques en vigueur dans leurs hôpitaux.

Les données ont été analysées séparément pour les soins intensifs adultes et les soins intensifs de pédiatrie.

### 2.3. RÉSULTATS

Le détail des réponses reçues se trouve en annexe 2.

### 2.3.1. DONNÉES GÉNÉRALES

Dix-sept hôpitaux sur les trente-neuf auxquels l'enquête a été envoyée ont répondu (taux de réponse de 44%) dont trois centres universitaires et quatorze centres non universitaires. Dix hôpitaux étaient localisés en Suisse romande, cinq en Suisse allemande et deux en Suisse italienne. Treize n'avaient qu'un service de soins intensifs adultes, un n'avait qu'un service de soins intensifs de pédiatrie et deux possédaient les deux services. Un seul n'avait pas du tout de service de soins intensifs. Le nombre total de questionnaires utilisables pour l'évaluation des pratiques aux soins intensifs adultes et pédiatriques est ainsi respectivement de 15 et 3.

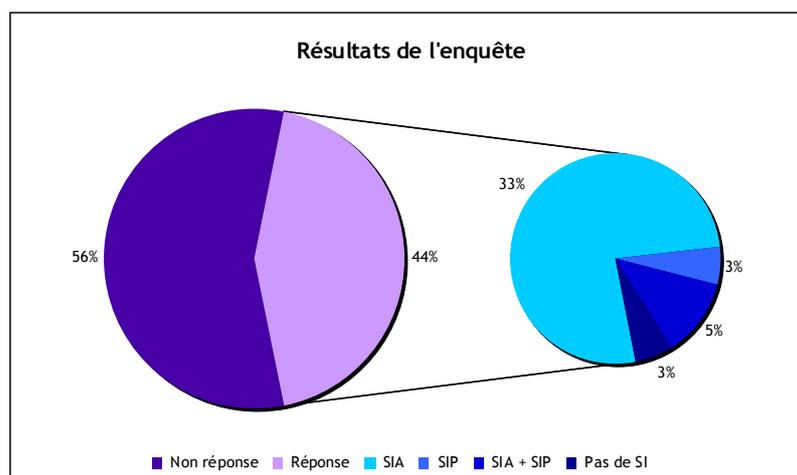


Figure 5 : détail des questionnaires reçus

### 2.3.2. PRÉPARATION DES MÉDICAMENTS INJECTABLES

#### SOINS INTENSIFS ADULTES (N = 15)

Pour ce qui est du mode de préparation, dans sept hôpitaux les médicaments sont préparés selon des concentrations standard uniquement et quatre hôpitaux n'utilisent que des concentrations variables. Quatre hôpitaux travaillent avec les deux modes de préparation.

Dans ces quatre hôpitaux, les concentrations variables sont utilisées pour préparer :

- H1 : uniquement les antibiotiques.
- H2 : les électrolytes en perfusion d'entretien et les antibiotiques.
- H3 : la morphine, le midazolam, le furosémide et le potassium (KCl).
- H4 : beaucoup de médicaments (par rapport aux trois autres) dont les antibiotiques, les antiviraux, l'insuline, des antithrombotiques et des médicaments à visée cardiaque.

Les CIVAS (seringues prêtes à l'emploi préparées par la pharmacie) sont peu disponibles : seuls trois hôpitaux sur quinze ont affirmé en préparer. Les médicaments préparés sous forme de CIVAS sont pour le premier hôpital l'amiodarone, pour le deuxième l'insuline et la noradrénaline, et pour le troisième la phényléphrine, l'éphédrine, l'insuline, l'atropine et l'isoprénaline.

L'identification des seringues varie beaucoup d'un hôpital à l'autre. Seul un paramètre est présent dans tous les services : la concentration du médicament. Les données suivantes apparaissent sur les étiquettes dans plus de 50% des cas : le nom de marque (n = 14), la date (n = 11), le visa du préparateur (n = 10) et le solvant (n = 10). Un seul hôpital (non universitaire) travaille actuellement avec des codes-barres.

### SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE (N = 3)

Des trois services, deux utilisent les deux modes de préparation et un n'utilise que des concentrations variables. À la place de concentrations standardisées, ce service utilise des protocoles de préparation standardisée (exemple pour la dopamine : "15 mg x poids corporel = nbre de mg à diluer ad 50 ml de solvant").

Les CIVAS sont utilisés dans deux hôpitaux sur les trois. Un hôpital fabrique de cette manière l'adrénaline et l'atropine de façon standard. Des préparations prêtes à l'emploi sont aussi effectuées à la demande (ex. nutrition parentérale, chimiothérapies, ganciclovir, octréotide et érythromycine). Le deuxième hôpital prépare la vancomycine, le ganciclovir et l'isoprénaline sous forme de CIVAS. Des préparations à la demande sont également réalisées (ex. nutrition parentérale, chimiothérapies, voriconazole).

En ce qui concerne l'identification des seringues, la variabilité est moins grande que dans les services de soins adultes. Les trois hôpitaux indiquent le nom de marque, la concentration, le solvant et le nom du patient sur les étiquettes apposées sur les préparations faites dans les unités.

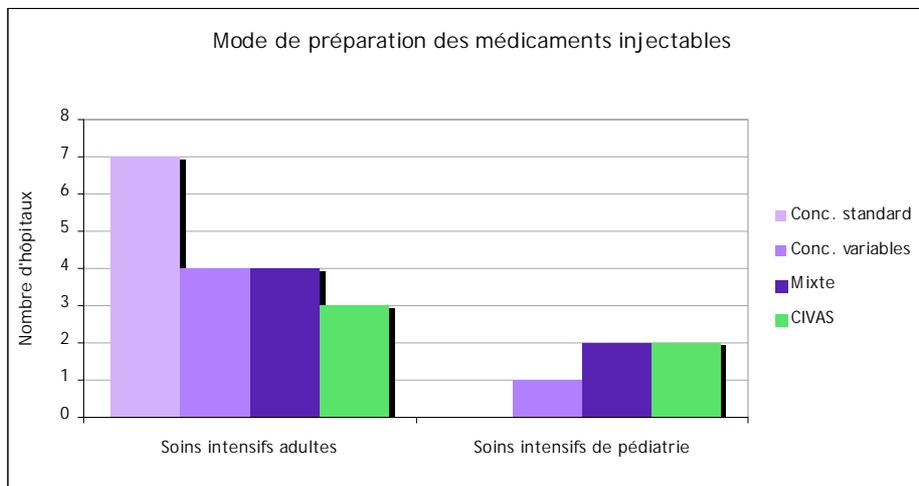


Figure 6 : comparaison des modes de préparation des médicaments injectables utilisés aux soins intensifs adultes (n = 15) et pédiatriques (n = 3)

Tableau 3 : récapitulatif des résultats sur la préparation des médicaments

	Soins intensifs adultes (n = 15)	Soins intensifs de pédiatrie (n = 3)
Mode de préparation	Conc. standard : 7	Conc. standard : 0
	Conc. variables : 4	Conc. variables : 1
	Mixte : 4	Mixte : 2
CIVAS	amiodarone, insuline, noradrénaline, phényléphrine, éphédrine, atropine, isoprénaline	adrénaline, atropine, vancomycine, ganciclovir et isoprénaline

Mixte = utilisation de concentrations standard et variables

### 2.3.3. MATÉRIEL UTILISÉ POUR L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS

#### SOINS INTENSIFS ADULTES (N = 15)

Les marques d'appareil de perfusion utilisées sont très diverses : 10 modèles différents de pompes et de pousse-seringues ont été recensés. Les trois types de pompes les plus utilisées sont les Volumed  $\mu$ VP 5005 d'Arcomed (n = 6), les Argus 707 de CODAN (n = 3) et les Asena GW de Carbamed (n = 3). Pour ce qui est des pousse-seringues, ce sont les Syramed SP6000 d'Arcomed (n = 4), les Perfusor Space de B|Braun (n = 4) et les Argus 600 de CODAN (n = 3) qui sont les plus utilisés.

Les seuils d'alarme d'occlusion sont compris entre 200 et 900 mmHg pour les pompes et entre 200 et 1200 mmHg pour les pousse-seringues.

Seuls deux hôpitaux (non universitaires) ont répondu qu'ils faisaient usage d'une gestion centralisée (smart pumps). Dans les deux cas, le système utilisé est celui de Carbamed, fonctionnant de manière différente de celui mis en place aux HUG : il est basé sur un principe de communication infrarouge entre les pousse-seringues et il est possible de transgresser les limites de concentration et de débit entrées dans la bibliothèque après validation d'une alerte (système de soft limits). Un hôpital a signalé se préparer à mettre en place le même système que celui utilisé aux USI.

#### SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE (N = 3)

Sur les trois hôpitaux ayant répondu, deux utilisent des pompes volumétriques Module MVP de Fresenius Vial et des Volumed  $\mu$ VP 5005 d'Arcomed et deux services travaillent également avec des pousse-seringues Module DPS de Fresenius Vial.

Les seuils d'alarmes sont différents pour les trois hôpitaux : un travaille avec des seuils à 300 mmHg pour les deux types d'appareil, le deuxième ne les utilise pas car des filtres en ligne sont montés sur chaque ligne de perfusion et le troisième a indiqué travailler avec un seuil mais n'a pas précisé la valeur.

Aucun hôpital n'utilise actuellement un système de gestion centralisée. Un service (les USI) le met en place.

Tableau 4 : Récapitulatif des résultats sur le matériel utilisé pour l'administration des médicaments

	Soins intensifs adultes (n = 15)	Soins intensifs de pédiatrie (n = 3)
Pompes volumétriques les plus utilisées	Argus 707 de CODAN Volumed $\mu$ VP 5005 d'Arcomed Asena GW de Carbamed	Module MVP de Fresenius Vial Volumed $\mu$ VP 5005 d'Arcomed
Pousse-seringues les plus utilisés	Syramed SP6000 d'Arcomed Perfusor Space de B Braun Argus 600 de CODAN	Module DPS de Fresenius Vial
Seuil d'alarme d'occlusion	200 à 900 mmHg (n = 11)	300 mmHg (n = 1)

## 2.4. DISCUSSION

### 2.4.1. PRÉPARATION DES MÉDICAMENTS

Les concentrations standardisées semblent de plus en plus utilisées dans les services de soins intensifs adultes au contraire des services de soins intensifs pédiatriques. Ceci s'explique probablement par le fait que la dose doit être adaptée au poids en pédiatrie. Une concentration peut ainsi difficilement convenir au large panel de patients hospitalisés et ne peut être compensée par des adaptations du débit en raison de restriction hydrique fréquente et/ou de limite dans le volume pouvant être administré.

Les hôpitaux se servant des deux modes de préparation chez l'adulte utilisent les concentrations variables uniquement pour un nombre restreint de médicaments.

Les fabrications par CIVAS ne sont par contre pas très utilisées. Ceci est certainement dû au fait que l'infrastructure nécessaire est importante et coûteuse ce qui limite la mise en place de CIVAS dans les hôpitaux non universitaires où la consommation de ce type de produit n'est pas suffisante. Pour qu'un médicament puisse être développé sous forme de CIVAS, il faut également qu'il soit stable en solution pendant une durée prolongée, ce qui n'est pas toujours le cas. Les CIVAS concernent principalement des médicaments administrés en continu sur 24h et à visée cardiaque. Chez l'enfant, ils sont aussi utilisés pour des médicaments dont la forme disponible sur le marché ne permet pas une administration aisée chez l'enfant (ex. vancomycine) ou lorsque le produit est toxique à la manipulation (ganciclovir).

L'identification des seringues par les services est très variable. L'utilisation de technologie visant à réduire les risques d'erreurs jusqu'au lit du patient (codes-barres) n'est encore que très peu répandue.

## 2.4.2. MATÉRIEL UTILISÉ POUR L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS

Les seuils d'alarme d'occlusion utilisés aux soins intensifs adultes sont très divers : certains travaillent avec des seuils très bas, ce qui est un avantage du point de vue de la sécurité car l'occlusion est détectée rapidement évitant ainsi un large bolus en levée d'occlusion et un temps réduit de sous-perfusion mais peut être un désavantage car le risque d'alarmes intempestives est augmenté. [3] Les seuils d'alarme élevés diminuent quant à eux le nombre d'alarmes, mais les risques pour le patient sont plus importants. En effet, le temps de mise en alarme étant plus long, le patient ne recevra pas de médicament pendant un délai pouvant se prolonger à plusieurs heures en cas d'obstruction du cathéter.

Dans les deux types de service de soins intensifs la gestion centralisée n'est que peu développée. Le système de Carbamed utilisé par deux services inclut la possibilité d'introduire dans la bibliothèque de médicaments des limites de débit et de concentrations pouvant être transgressées par le médecin ("soft limits") et des limites infranchissables ("hard limits"). Le système des Bases Intensives de Fresenius Vial n'inclut que des "hard limits". En théorie, les "soft limits" permettent plus de flexibilité pour le clinicien, mais dans la pratique elles vont à l'encontre du but d'inclure une bibliothèque dans le système pour fixer des limites sûres. [33]

## 2.5. CONCLUSION

Cette enquête a permis de montrer que seuls deux hôpitaux (parmi ceux qui ont répondu) utilisaient à l'heure actuelle une gestion centralisée avec une bibliothèque de médicaments pour les pompes et les pousse-seringues. Les développements prévus aux USI sont ainsi novateurs.

Pour le reste, l'enquête a montré une grande variabilité dans les pratiques en matière de préparation et d'administration de médicaments et dans le matériel utilisé actuellement en Suisse.

Une limitation de cette enquête est qu'elle est basée sur les réponses renvoyées volontairement par les pharmaciens et au vu du taux de réponses modéré, la vision des pratiques en matière de préparation et d'administration des médicaments en Suisse n'est que partielle.

## 3. BIBLIOTHÈQUES DE MÉDICAMENTS

### 3.1. INTRODUCTION

Le logiciel Vigilant Drug'Lib Base Intensive disponible avec la Base Intensive de Fresenius Vial a été conçu pour réduire les risques liés à l'administration des médicaments. Il permet d'adapter la bibliothèque de médicaments à la pratique de chaque service de soins intensifs en définissant les posologies usuelles et les limites de réglage associées à chaque médicament. Les paramètres principaux pouvant être définis sont le nom du médicament (DCI), l'unité et les valeurs maximales, minimales et typiques de dilution du principe actif, des débits continus, de la dose et durée du bolus programmé et de la dose de charge autorisée. [34]

Section	Paramètre	Valeur	Unité
Concentration (Dilution)	Minimum	0.03	mg/ml
	Typique	2.00	mg/ml
	Maximum	10.0	mg/ml
Bolus	Minimum	0.50	mg/kg
	Typique	1.00	mg/kg
	Maximum	4.00	mg/kg
	Durée	180	s
Dose de charge	Minimum	0.50	mg/kg
	Typique	1.00	mg/kg
	Maximum	4.00	mg/kg
	Durée	120	s
Débit	Minimum	0.05	mg/kg/h
	Typique	0.20	mg/kg/h
	Maximum	2.00	mg/kg/h

Figure 7 : données du furosémide telles qu'elles se présentent dans la bibliothèque de médicaments

La préparation des médicaments en milieu de soins intensifs pédiatriques est rendue particulièrement à risque en raison de l'adaptation permanente de la dose par rapport aux poids des patients, obligeant de fréquents calculs. Deux méthodes principales existent pour diminuer les risques d'erreur lors de la préparation [10]:

- "Règle des 6" : règle définissant que la dose (exprimée en  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ) est égale au débit en  $\text{ml}/\text{h}$  si la concentration est préparée selon une formule définie ( $6 \times \text{poids corporel en kg} = \text{dose en mg}/100 \text{ ml de solvant}$ ). C'est le mode de préparation en vigueur aux USI, adapté aux différents médicaments en fonction du volume de la seringue à préparer (10 ml, 20 ml et 50 ml).
- Concentrations standard

La "règle des 6" présente l'avantage de faciliter le calcul et les ajustements de dose dans l'urgence. Elle conduit toutefois à la préparation de solutions de concentrations très variables (risque de problèmes de stabilité du médicament) et nécessite que tout le personnel soignant connaisse la formule de calcul en vigueur.

Les concentrations standard réduisent le risque de problèmes pharmaceutiques en lien avec la stabilité du produit et les coûts, et simplifient l'ordre médical. Si les produits sont stables, une préparation prête à l'emploi (CIVAS) peut être fabriquée à la Pharmacie diminuant de plus les risques microbiologiques. Les désavantages de la méthode sont une flexibilité moindre dans les volumes et les débits administrables, et un calcul de dose initial plus complexe.

La constitution de la bibliothèque des médicaments gérant les pousse-seringues aux USI se doit d'être adaptée aux pratiques actuelles en vigueur et au panel de patients des USI, l'idée étant

d'évaluer dans une étude pilote si les pratiques posent problème notamment en termes d'incompatibilité médicamenteuse et nécessiteraient des modifications (voir chapitre 5).

## 3.2. MÉTHODE

Les pratiques en vigueur aux USI en termes de médicaments, de concentrations administrées et de débits utilisés ont servi de source à la constitution de la bibliothèque de médicaments de la Base Intensive. La bibliothèque a été créée en DCI afin d'éviter des mises à jour trop fréquentes. Le nom de marque du médicament et les pratiques usuelles d'administration ont été insérés dans le commentaire en texte libre. Le panel de poids des patients varie de 350 g à 80 kg.

Les données ont été validées à l'aide de la littérature pédiatrique : Taketomo [35], Medicines for Children [36] et NeoFax [37] principalement. Dans certains cas, d'autres ouvrages tels que le Compendium Suisse des Médicaments [38], le BNF for Children [39], les guidelines de l'hôpital de Liverpool [40] et le Päd-IV [41] ont été utilisés. Quelques dilutions ont été validées par le Trissel [21]. Les données ont été prises en compte si elles étaient au moins référencées dans un des ouvrages précités. Les données usuelles des USI sortant des limites documentées ont été répertoriées. La bibliothèque a été validée par une infirmière et le médecin chef des USI.

La bibliothèque a été testée in vivo sur 5 patients des USI pendant 6 jours afin de voir si elle était adaptée aux pratiques en vigueur et modifiée au besoin. Une fois adaptées aux pratiques du service, les concentrations contenues dans la bibliothèque ont été comparées aux concentrations standard proposées par le NeoFax [37] et mises en place avec succès dans un hôpital pédiatrique [10].

Deux bibliothèques supplémentaires ont été créées pour les pompes volumétriques utilisées aux USI : la pompe Volumed  $\mu$ VP 7000 d'Arcomed et le module MVP de Fresenius Vial. Ce dernier, bien que communicant avec la Base Intensive, n'est pas en mesure d'utiliser la bibliothèque de cette dernière. Ces bibliothèques ne contiennent par contre qu'une liste de noms de médicaments s'affichant sur l'écran de la pompe et pouvant être sélectionnés par le soignant avant la perfusion. Elles ne servent qu'à identifier quel médicament coule sur quelle voie, sans intégrer de gestion avancée quant aux concentrations ou débits administrés.

## 3.3. RÉSULTATS

### 3.3.1. BIBLIOTHÈQUES

La bibliothèque de médicaments pour les Bases Intensives est référencée en annexe 3 et les listes de médicaments des pompes volumétriques en annexes 4 et 5.

Septante-cinq médicaments composent la bibliothèque enregistrée dans la Base Intensive après les tests sur les patients. Certaines substances comme l'héparine sont présentes deux fois car la bibliothèque limite à trois chiffres l'insertion des valeurs telle que la concentration et le débit (exemple de l'héparine : la plage de concentration utilisée aux USI s'étendant de 0.5 à 2000 U/ml, il a fallu créer deux héparines, une à basse concentration en U/ml et une à haute concentration en kU/ml). Les médicaments utilisés dans une large gamme de concentrations ont donc posé problème. Pour d'autres, comme l'alprostadil ou la morphine, les pratiques varient fortement selon l'indication thérapeutique ou le poids de l'enfant, raison pour laquelle deux entrées ont également été créées.

Les médicaments sont répartis en quinze familles représentant au mieux les classes thérapeutiques principales, la bibliothèque n'en acceptant pas plus.

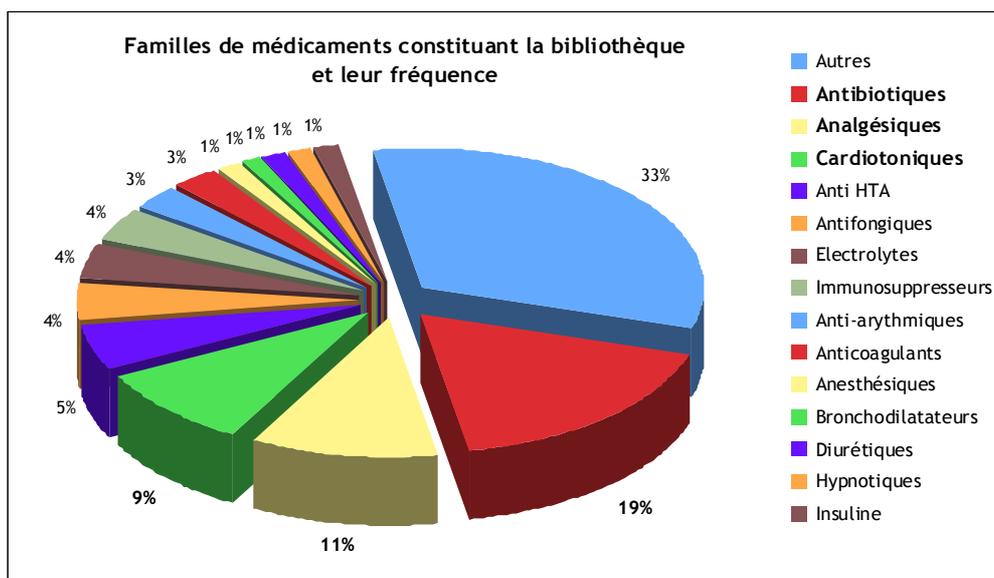


Figure 8 : familles de médicaments constituant la bibliothèque et leur fréquence

Les trois classes thérapeutiques les plus représentées sont les antibiotiques, les analgésiques (y compris les analgésiques anesthésiants à haute dose comme la kétamine) et les cardiotoniques. La famille "Autres", contenant le plus de médicaments, comprend des classes thérapeutiques telles que des antifibrinolytiques, des antiviraux, l'alprostadil (PGE), des antihistaminiques, un inhibiteur de la pompe à protons, les perfusions d'entretien, les nutriments parentéraux, les antiépileptiques et un antimalarique.

Les Modules MVP ne sont utilisés que pour perfuser des dilutions de glucose et la nutrition parentérale à un débit maximal de 100 ml/h. Sur les pompes Volumed, des anti-infectieux et des produits sanguins ainsi que d'autres perfusions et nutriments peuvent être administrés aux USI.

### 3.3.2. COMPARAISON AVEC LA LITTÉRATURE

Quatorze médicaments ont des données sortant des limites recommandées par la littérature pédiatrique. Ils sont référencés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : médicaments sortant des limites recommandées par la littérature

Médicament	Unités	Littérature		USI	
		Min	Max	Min	Max
Alprostadil	C : µg/ml	5	20	0.1	500
Amiodarone	C : mg/ml	0.6	15	0.1	30
	D : µg/kg/min	5		0.5	
Ceftriaxone	C : mg/ml	25		0.01	
Cyclosporine	C : mg/ml	0.5	5 (rec.)	0.1	16
Esoméprazole	C : mg/ml	0.4		0.01	
Fluconazole	C : mg/ml	0.5		0.1	
Furosémide	C : mg/ml	1		0.05	
Isoprénaline	C : µg/ml		20		100
Kétamine	C : mg/ml		2		10
Milrinone	C : mg/ml		0.4		1
Nalbuphine	C : mg/ml	1.5		0.02	
Nitroprussiate	C : mg/ml		1.2 (rec.)		6
Phénobarbital	C : mg/ml	15-20		1.3	
Quinine	C : mg/ml	2-30		1	

C : concentration / D : débit / rec. : recommandée

Un médicament supplémentaire sort des recommandations. Pour l'isoprénaline, la concentration maximale trouvée dans la littérature pédiatrique est de 20 µg/ml. Selon le fabricant, il n'y a pas de limite maximale : le produit peut être utilisé non dilué aux soins intensifs (concentration sur le marché 200 µg/ml). La concentration maximale utilisée aux USI est de 100 µg/ml (concentration du CIVAS disponible).

Quatre cas particuliers sont à signaler. Deux produits, l'ésoméprazole et le lévosimendan sont utilisés hors indication officielle en pédiatrie. Pour l'ésoméprazole, les concentrations et les débits ont été adaptés sur les données de l'oméprazole pour la pédiatrie. Pour le lévosimendan, les données ont été adaptées en fonction des informations du fabricant. Aucune documentation concernant le débit maximal autorisé pour l'érythromycine n'a été trouvée. Dans la littérature, la nalbuphine est injectée en bolus ou en miniperfusion sur 15 minutes à une concentration de 10 mg/ml et à des doses allant de 100-500 µg/kg. Aux USI, elle est perfusée en continu avec du midazolam à une concentration de 30 µg/ml.

### 3.3.3. COMPARAISON AVEC LES CONCENTRATIONS STANDARD DE LA LITTÉRATURE

Le détail de la comparaison avec la littérature se trouve en annexe 6.

Le Neofax propose pour 72 médicaments administrés en IV des concentrations par défaut et une concentration minimale et maximale comme ce qui est inséré dans la bibliothèque des médicaments de la Base Intensive. L'étude de *Larsen* propose une sélection de 32 médicaments à concentrations standard.

Neuf médicaments figurant dans le tableau de *Larsen* n'ont pas été insérés dans la bibliothèque de la Base Intensive constituée pour les USI (hydromorphone, pancuronium, phényléphrine, procainamide, rémifentanil, sufentanil, terbutaline, vasopressine et vecuronium). Pour les 23 médicaments figurant aussi dans la bibliothèque, *Larsen* propose en général deux concentrations standard par médicament pour couvrir toutes les indications des patients pédiatriques hospitalisés. Pour l'esmolol, la morphine et l'alprostadil, une seule concentration est proposée.

En se basant sur le débit calculé pour des patients de poids extrêmes (350 g et 80 kg), on peut faire les constatations suivantes : si une concentration standard semble envisageable aux USI pour l'esmolol, la "morphine 2" ou l'"alprostadil 1", d'autres concentrations devraient être envisagées pour les patients de petits poids ou pour des indications particulières ("morphine 1", "alprostadil 2"). Pour l'acide tranexamique, *Larsen* propose quatre concentrations standard pour couvrir les indications ce qui devrait être possible aux USI (cf Tableau 6).

Tableau 6 : débit calculé en fonction du débit massique utilisé aux USI et des concentrations standard proposées Larsen [10]

Médicament	Poids patient	Débit typique	Conc. (Larsen vs USI)	Débit calculé
Esmolol	350 g	100 mcg/kg/min	10 mg/ml	0.2 ml/h
			0.1 mg/ml	<b>21 ml/h</b>
Esmolol	80 kg	100 mcg/kg/min	10 mg/ml	48 ml/h
			10 mg/ml	48 ml/h
Morphine 1 ( < 1 kg)	350 g	20 mcg/kg/h	1 mg/ml	<b>0.007 ml/h</b>
			5 mcg/ml	1.4 ml/h
Morphine 2 ( > 1 kg)	80 kg	20 mcg/kg/h	1 mg/ml	1.6 ml/h
			5 mg/ml	0.32 ml/h
Alprostadil 1 (canal artériel)	350 g	0.05 mcg/kg/min	5 mcg/ml	0.2 ml/h
			2 mcg/ml	0.5 ml/h
Alprostadil 1 (canal artériel)	80 kg	0.05 mcg/kg/min	5 mcg/ml	48 ml/h
			30 mcg/ml	8 ml/h
Alprostadil 2 (greffe hépatique)	350 g	0.4 mcg/kg/h	5 mcg/ml	<b>0.028 ml/h</b>
			0.1 mcg/ml	1.4 ml/h
Alprostadil 2 (greffe hépatique)	80 kg	0.4 mcg/kg/h	5 mcg/ml	6.4 ml/h
			500 mcg/ml	<b>0.06 ml/h</b>
Ac. tranexamique	350 g	2 mg/kg/h	5 mg/ml	0.14 ml/h
			0.8 mg/ml	0.9 ml/h
Ac. tranexamique	80 kg	2 mg/kg/h	50 mg/ml	3.2 ml/h
			100 mg/ml	1.6 ml/h

### 3.4. DISCUSSION

#### 3.4.1. BIBLIOTHÈQUES

Le panel de médicaments insérés dans la bibliothèque doit couvrir les multiples indications et la diversité des patients présents dans une unité de soins intensifs de néonatalogie et de pédiatrie. Les tests sur des patients réels ont permis de constituer une bibliothèque très complète reflétant les pratiques en vigueur aux USI. En comparaison, la bibliothèque de médicaments du service de soins intensifs du St-George's Hospital de Londres comprend 70 entrées mais uniquement deux antibiotiques, la gentamicine et la vancomycine (communication personnelle, Dr L. Murdoch).

Lors de l'élaboration de la bibliothèque et des tests réalisés avec des patients, plusieurs problèmes techniques et limites du système ont été mis en évidence. Certaines actions précises provoquent des bugs informatiques, comme l'insertion d'un point virgule dans le texte du commentaire (un message d'erreur apparaît lors du chargement de la bibliothèque sur la Base Intensive). L'utilisation d'un débit constant avec une concentration variable, à l'exemple de l'acide tranexamique, pose un problème de communication entre la Base Intensive et le Module DPS ce qui entraîne un débit bien supérieur sur la pompe à celui programmé sur la Base. La collaboration d'un ingénieur technicien a été nécessaire pour résoudre ces problèmes. Dans un cas de réanimation, le débit maximal de la dopamine a posé problème au médecin. Il était limité à 20 µg/kg/min et le médecin aurait souhaité l'augmenter à 40 µg/kg/min ce que la Base n'a pas autorisé. Le matériel étant encore peu maîtrisé par l'équipe soignante, le système a dû être arrêté pour que le médicament puisse être perfusé comme souhaité. Ceci soulève l'importance de l'enseignement et de la correcte maîtrise de la technologie par toute l'équipe soignante pour pouvoir réagir de manière adaptée lors de situations difficiles comme les réanimations.

Comme déjà cité plus haut, la bibliothèque est limitée concernant l'affichage du nombre de chiffres entraînant la création de deux entrées pour certains médicaments ou l'expression des concentrations dans une unité peu usuelle pour les infirmières. Ceci conduit à une augmentation du risque de sélectionner le mauvais médicament et/ou de commettre une erreur dans le calcul de la concentration.

Le programme offre la possibilité d'insérer un commentaire apparaissant à l'écran de la Base Intensive lors de la programmation de la concentration et du débit par le soignant et permettant dans le cadre des USI d'introduire le mode de préparation standardisée ou la durée de perfusion. L'affichage est malheureusement, lui aussi, limité à un faible nombre de caractères (cinquante) réduisant la formulation des informations à une forme très succincte.

### 3.4.2. COMPARAISON AVEC LA LITTÉRATURE

Les quatorze médicaments sortant des limites admises par la littérature représentent 19% des entrées de la bibliothèque, ce qui représente une part non négligeable. Les dépassements en terme de concentration sont à mettre sur le compte de la façon de préparer les médicaments sur la base de la « règle des 6 » entraînant une grande variabilité dans les concentrations utilisées. Pour certains médicaments, une utilisation hors indication ou un médicament non enregistré chez l'enfant peuvent expliquer les variations observées.

Les problèmes pouvant être engendrés par ces valeurs extrêmes sont divers. Une concentration minimale basse n'entraîne généralement pas de difficultés. Elles ont été introduites dans la bibliothèque essentiellement pour couvrir les besoins des patients de très petits poids. Cependant, dans certains cas rares, des problèmes de stabilité du médicament peuvent se poser. Un exemple typique rencontré ici est l'esoméprazole. Ce médicament est administré dans des concentrations très faibles aux patients de petit poids, amenant l'infirmière à préparer des dilutions dépassant les limites connues de stabilité. Effectivement, une solution à 0.4 mg/ml est stable 12h dans du NaCl 0.9% [38] et une solution à 0.8 mg/ml 6h dans du glucose 5% [données communiquées par le fabricant]. Si l'esoméprazole est plus dilué, la dégradation du principe actif augmente. Une concentration si faible (0.01mg/ml) a été autorisée dans la Base car la perfusion dure au maximum 30 minutes et il a été estimé que l'esoméprazole reste stable durant ce laps de temps.

Une concentration maximale élevée peut provoquer des effets indésirables de type surdosage si une erreur de débit survient ou si un bolus est administré. La tolérance veineuse peut également être diminuée et le risque d'incompatibilités physicochimiques augmenté avec d'autres médicaments perfusés en parallèle.

### 3.4.3. COMPARAISON AVEC LES CONCENTRATIONS STANDARD DE LA LITTÉRATURE

Certains des produits proposés en concentrations standard par *Larsen* ne sont pas commercialisés en Suisse ou n'existent pas sous forme injectable (vecuronium, procainamide, terbutaline), ou ne sont pas utilisés aux USI car remplacés par d'autres produits (réfifentanil et sufentanil remplacés par fentanyl). L'introduction de concentrations standard semble envisageable pour certains produits bien qu'une évaluation plus détaillée soit nécessaire. Le problème principal avec la concentration standard est d'éviter un apport de volume trop important chez les très petits poids, tout en garantissant un débit en ml/h adéquat pour un pousse-seringue (0.1 ml/h - 1200 ml/h). Bien qu'adapté aux patients de néonatalogie selon ce qui est indiqué par *Larsen*, la concentration standard proposée pour la morphine et l'alprostadil (greffe hépatique) ne convient pas pour des patients de 350 g parfois hospitalisés aux USI.

## 3.5. CONCLUSION

Une bibliothèque pour la Base Intensive adaptée aux pratiques en vigueur des USI a été constituée. Son élaboration et les tests réalisés sur les patients ont permis de mettre en évidence plusieurs défaillances et bugs informatiques du système, actuellement en cours de correction. Un

enseignement adéquat aux médecins et infirmières est indispensable avant le déploiement du système pour éviter des problèmes, par exemple lors de réanimations.

Un cinquième des médicaments inclut dans la bibliothèque sort des marges recommandées dans la littérature. Ces concentrations extrêmes ont été autorisées parce qu'elles sont utilisées dans la pratique des USI depuis de nombreuses années sans provoquer d'effets indésirables graves. Une évaluation plus approfondie dans les conditions réelles est cependant nécessaire pour voir si ces médicaments posent des problèmes lors de l'administration (par ex. alarmes d'occlusion sur précipitation ou viscosité trop importante).

L'utilisation de concentrations standard semble possible pour un certain nombre de médicament. Une évaluation détaillée est nécessaire pour assurer une administration sans risque chez les patients de petit poids.

## 4. TEST EXPÉRIMENTAL

### 4.1. INTRODUCTION

Lors de l'administration de deux médicaments réputés incompatibles, une réaction physicochimique peut avoir lieu entre les substances aboutissant dans certains cas à la formation d'un précipité. La formation du précipité dépend notamment de la concentration des deux substances et du débit de perfusion. Ce précipité, s'il est injecté, est susceptible de boucher la tubulure menant le médicament au patient et de provoquer des conséquences cliniques graves chez ce dernier (voir § 1.2.3).

Une des fonctions des pousse-seringues est de mesurer en continu la pression que le poussoir doit exercer sur le piston afin de garder un débit de perfusion constant. Ceci permet aussi de surveiller une augmentation de la pression à appliquer, pouvant signifier un débit supérieur à ce que la ligne de perfusion permet ou une occlusion de la tubulure pouvant avoir diverses causes, dont un précipité dû à une incompatibilité physicochimique entre les médicaments perfusés.

Les deux médicaments choisis pour ce modèle sont le furosémide et le midazolam. Le furosémide est un acide carboxylique ( $pK_a$  3.9 [42]) solubilisé sous forme de sel sodique aboutissant à une solution de pH entre 8 et 9.3 [43]. Le midazolam est quant à lui une benzodiazépine ( $pK_a$  6.2 [42]) solubilisée sous forme de chlorhydrate conduisant à une solution de pH entre 3 et 4.

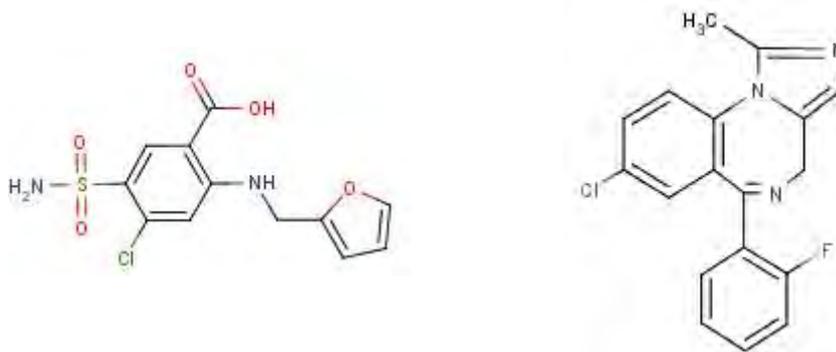


Figure 9 : structure du furosémide et du midazolam [44]

Ces deux médicaments sont reconnus comme incompatibles dans la littérature. Selon le Trissel [21], le furosémide et le midazolam sont incompatibles à partir de concentrations respectives de 10 mg/ml et 1 mg/ml en Y (pas de données à des concentrations inférieures). Le mélange de ces deux composés conduit à la formation de furosémide acide, peu soluble en solution aqueuse. Ceci est expliqué par le fait que, pour qu'une substance soit soluble dans l'eau, elle doit se trouver sous sa forme ionisée ce qui n'est pas le cas lorsque le furosémide se trouve sous sa forme acide.

Le furosémide et le midazolam sont fréquemment utilisés aux USI et sont administrés de manière continue sur 24h. Sur la base des données de la littérature, ils nécessitent d'être administrés par des voies distinctes. Toutefois, il est difficile de savoir ce qu'il se passe dans la pratique en conditions réelles.

Le furosémide et le midazolam sont préparés habituellement aux USI de manière standardisée et perfusés à des débits variables :

- furosémide : 5 mg x PC (poids corporel de l'enfant) ad 50 ml NaCl 0.9% ; débit minimum 0.05 mg/kg/h et débit maximum 2.00 mg/kg/h
- midazolam : 4 mg x PC ad 20 ml NaCl 0.9% ; débit minimum 0.03 mg/kg/h et débit maximum 0.30 mg/kg/h.

Le but de cette partie expérimentale est de déterminer si deux médicaments connus comme étant incompatibles à certaines concentrations testées de manière *in vitro* provoquent effectivement des alarmes d'occlusion lorsqu'ils sont perfusés simultanément en Y, dans des conditions les plus proches possibles de la situation clinique aux USI. Dans le cas où une alarme d'occlusion est déclenchée, le temps pour y parvenir est déterminé. Dans une phase préliminaire, l'influence du matériel sur la survenue d'une alarme d'occlusion est également testée par la perfusion de NaCl 0.9% à des débits croissants, de façon à déterminer la limite de débit possible avec le montage utilisé.

## 4.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 4.2.1. MATÉRIEL

Lorsque des simulations de perfusion sont réalisées (deuxième, troisième et quatrième parties), le montage est constitué d'une Base Intensive Orchestra de Fresenius Kabi (Brézins, F) sur laquelle se trouve deux pousse-seringues Modules DPS de Fresenius Kabi également. Les seringues utilisées sont des seringues Luer-Lock Plastipak de BD (Franklin Lakes, NJ, USA) de 20 et 50 ml, reliées chacune par un Connectub de 1.5m Original Perfusor Luer-Lock de B|Braun Melsungen AG (Melsungen, D) à une rampe BD Connecta Multiflo de Becton Dickinson (Helsingborg, S). La rampe est connectée à un robinet BD Connecta de Becton Dickinson également, lui-même branché soit sur un filtre Posidyne Neo 0.2  $\mu\text{m}$  de PALL (East Hills, NY, USA) ou IV Star Set 0.2  $\mu\text{m}$  de CODAN (Lensahn, D), soit directement sur un cathéter veineux central Deltec de 27G de diamètre et 20 cm de long de Smiths Medical (Kirchseon, D), appelé ci-après cathéter Silastic.

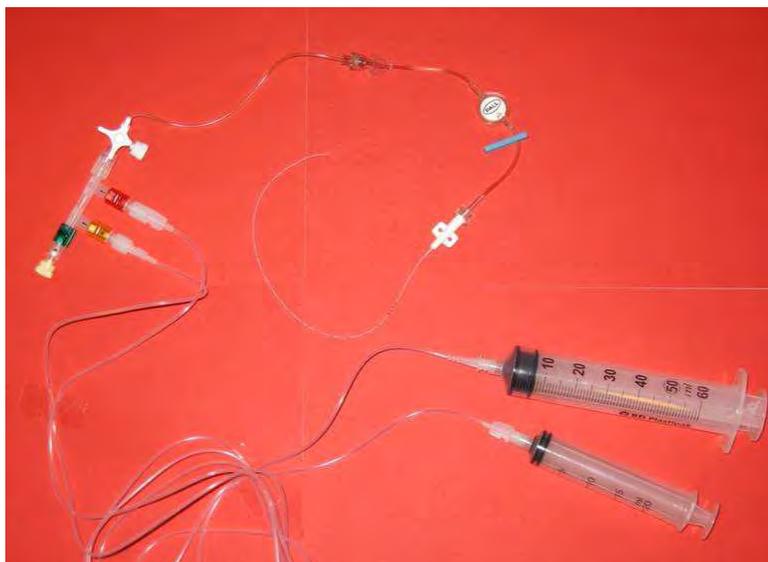


Figure 10 : montage complet avec filtre PALL Posidyne Neo

Les produits utilisés sont des bouteilles de 500 ml de NaCl 0.9% du Laboratorium Dr G. Bichsel AG (Interlaken, CH), des ampoules de Lasix<sup>®</sup> (furosémide sodique) 250 mg dans 25 ml de Sanofi-Aventis (Meyrin, CH) et des ampoules de Dormicum<sup>®</sup> (midazolam HCl) 50 mg dans 10 ml de Roche Pharma (Reinach, CH).

Les mesures de pH ont été effectuées à l'aide d'un pH-mètre Mettler-Toledo (Greifensee, CH), calibré une fois par semaine à l'aide de deux solutions aqueuses à pH 4.0 et 7.0 de Riedel-de-Haën (Buchs, CH).

Le comptage particulaire a été réalisé à l'aide de l'appareil Hiac/Royco (USA), basé sur le principe de l'interception d'un rayon lumineux.

## 4.2.2. MÉTHODES

Ce travail expérimental est divisé en quatre parties : test d'incompatibilité physicochimique en éprouvette, test de débit maximal possible sur un cathéter Silastic, test d'injection d'un précipité et test du délai de mise en alarme d'occlusion lors de perfusion des deux médicaments incompatibles en Y.

### PREMIÈRE PARTIE : TEST D'INCOMPATIBILITÉ PHYSICOCHIMIQUE

Le but de cette partie est de s'assurer que le furosémide et le midazolam précipitent aux concentrations choisies avant la simulation des perfusions.

Les concentrations choisies pour effectuer ce test sont celles destinées à des enfants de 2, 3, 4, 5, 10, 15 et 20 kg selon la préparation standardisée habituelle aux USI (voir Tableau 7).

Tableau 7 : récapitulatif des concentrations utilisées

Poids [kg]	Concentration de médicaments [mg/ml]	
	Furosémide	Midazolam
2	0.2	0.4
3	0.3	0.6
4	0.4	0.8
5	0.5	1.0
10	1.0	2.0
15	1.5	3.0
20	2.0	4.0

Pour chaque poids, deux mélanges sont testés : dans le premier cas, les deux médicaments sont mis en contact délicatement, sans mélange et dans le deuxième cas, les deux solutions sont mélangées par agitation. Le volume prélevé de chaque solution est de 2 ml. Les deux échantillons sont mis en contact dans un tube puis la formation d'un précipité visible est observée grâce à un système d'éclairage indirect. L'appareil, schématisé dans la Figure 11, est constitué d'un caisson dont l'intérieur est tapissé d'une feuille noire. Une lampe est fixée à l'extérieur sur la partie arrière du caisson et la lumière traverse le caisson par une fente. À l'intérieur du caisson, un cache noir masque la lampe et empêche la lumière d'atteindre les yeux de l'opérateur. Un béccher rempli d'eau purifiée permet d'observer les tubes et joue le rôle de loupe.

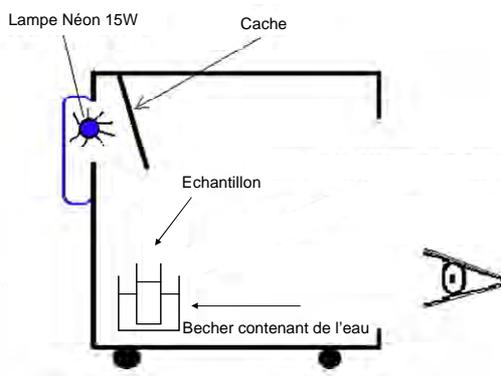


Figure 11 : schéma représentant le système d'éclairage indirect

La formation d'un précipité est observée par cette technique à  $t = 0$  min, 5 min, 30 min, 1 h, 3 h et 24 h selon le protocole en vigueur au laboratoire de contrôle qualité de la Pharmacie des HUG.

Si le mélange ne forme pas de précipité visible, un comptage particulaire est réalisé sous une hotte à flux laminaire horizontal pour éviter l'introduction de particules exogènes. Les résultats sont comparés aux exigences des Pharmacopées européenne et américaine pour déterminer si un

microprécipité s'est formé ou non. Les normes stipulent que le nombre moyen de particules n'est pas supérieur à 6000 par récipient pour les particules de taille supérieure ou égale à 10 µm et à 600 par récipient pour les particules de taille supérieure ou égale à 25 µm.

Le pH des solutions est mesuré avant mélange et après à  $t = 1\text{h}$  et  $24\text{h}$ . Cette mesure est effectuée pour déterminer si un changement de pH a lieu qui pourrait déstabiliser un des solutés et conduire à sa précipitation.

## **DEUXIÈME PARTIE : DÉTERMINATION DU DÉBIT DE PERFUSION MAXIMAL SUR UN CATHÉTER SILASTIC**

Le but de cette partie est de déterminer le débit maximal pouvant être injecté par un cathéter Silastic, sachant que ce dernier est un cathéter très fin, générant donc une grande résistance à l'écoulement. De plus, plusieurs montages différents sont réalisés dans le but de déterminer la pression générée par le cathéter Silastic, le Connectub et les filtres.

Le test est effectué en perfusant du NaCl 0.9% pendant 30 minutes et en relevant la pression instantanée sur le pousse-seringue à  $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25$  et  $30$  minutes. Le débit minimal choisi est  $10\text{ ml/h}$  et est incrémenté de  $5\text{ ml/h}$  toutes les 30 minutes jusqu'au déclenchement de l'alarme d'occlusion (le seuil d'alarme d'occlusion est fixé à  $300\text{ mmHg}$ ).

Les différents montages testés sont les suivants : montage complet, c'est-à-dire comprenant une seringue  $50\text{ ml}$ , un Connectub, une rampe à robinets, un robinet et un cathéter Silastic ; montage complet sans Connectub et montage composé uniquement d'une seringue  $50\text{ ml}$  et d'un cathéter Silastic.

Les expériences sont réalisées avec et sans filtre (PALL Posidyne Neo ou CODAN IV Star Set) et en triplica. Le matériel de perfusion utilisé est renouvelé à chaque mesure, toujours dans le but de rester le plus proche possible de la pratique. Toute la ligne est purgée avant le début de la mesure avec du NaCl 0.9%.

## **TROISIÈME PARTIE : INJECTION D'UN PRÉCIPITÉ**

Le but de cette partie est de déterminer le temps nécessaire au déclenchement de l'alarme d'occlusion lorsqu'un précipité déjà formé est injecté dans le système.

Le précipité est formé directement dans une seringue de  $50\text{ ml}$  : tout d'abord, le volume nécessaire de NaCl 0.9% est aspiré dans la seringue après quoi les volumes respectifs de midazolam et de furosémide sont aspirés dans des seringues séparées puis ajoutés au NaCl (midazolam puis furosémide).

Les concentrations choisies sont celles destinées à des enfants de  $10$  et  $20\text{ kg}$  et administrées au débit maximal déterminé dans la deuxième partie. Le volume préparé de chaque médicament est de  $25\text{ ml}$  de façon à remplir la seringue (volume total égal à  $50\text{ ml}$ ).

Le test est effectué une fois, avec du matériel neuf à chaque mesure, avec et sans filtre (PALL Posidyne Neo et CODAN IV Star Set) et la ligne de perfusion est entièrement purgée avant le début de la mesure avec du NaCl 0.9%.

## **QUATRIÈME PARTIE : INJECTION EN Y DE DEUX MÉDICAMENTS INCOMPATIBLES**

Le but de cette partie est de déterminer si une alarme d'occlusion se déclenche lors de la perfusion en Y de deux médicaments incompatibles et le délai nécessaire à la mise en alarme en cas d'obstruction. Le test est réalisé sur une durée maximale de  $24\text{h}$ .

Les concentrations choisies sont celles destinées à des enfants de  $5, 10$  et  $20\text{ kg}$  aux débits maximaux et minimaux utilisés aux USI, pour autant que la somme ne dépasse pas le débit maximal déterminé dans la deuxième partie. Différentes combinaisons de débits sont perfusées : débits maximaux pour les deux médicaments, débit maximal pour un des deux médicaments et débit minimal pour le second et inversement, et débits minimaux pour les deux médicaments. Les volumes préparés sont ceux préparés aux USI, c'est-à-dire  $50\text{ ml}$  de furosémide et  $20\text{ ml}$  de midazolam.

Le test n'est effectué qu'une seule fois, toujours avec du matériel neuf pour chaque perfusion et avec et sans filtre. Toute la ligne de perfusion est purgée avant le début de la mesure avec du NaCl 0.9%.

### **4.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

#### **4.3.1. PREMIÈRE PARTIE : TEST D'INCOMPATIBILITÉ**

Les mélanges dont les concentrations sont destinées à des enfants de 2 à 4 kg n'ont pas précipité. Par contre, les mélanges préparés pour des poids de 5 à 20 kg ont précipité.

Le précipité s'est formé instantanément pour les mélanges de 10 à 20 kg en formant des volutes blanches dans la solution. Une fois l'adjonction du furosémide terminée, il résultait une solution blanche laiteuse, d'autant plus opaque que les médicaments étaient concentrés. Avec le temps, et plus rapidement pour les tubes mélangés, des agglomérats de particules se sont formés et déposés au fond des éprouvettes. Pour les deux mélanges correspondant à un poids de 5 kg, le précipité ne s'est formé qu'après 1 minute 30 pour le tube mélangé et 2 minutes pour le tube sans mélange. Cette observation démontre qu'une solution de furosémide de 0.5 mg/ml en contact avec une solution de midazolam à 1 mg/ml est proche de la limite de précipitation de ces composés. Il n'est pas possible de comparer ces résultats avec les données du Trissel car dans ce dernier, les tests ont été réalisés avec du midazolam HCl dissous dans du glucose 5%. Les résultats du comptage particulaire pour les poids de 2 à 4 kg (voir annexe 7 pour le détail) respectent les normes des Pharmacopées européenne et américaine.

La mesure de pH, dont le détail des résultats se trouve en annexe 8, montre une diminution progressive du pH avec l'augmentation des concentrations, mais il n'est pas possible d'en tirer un pH limite au-dessous duquel un précipité se forme étant donné que les différences entre 4 et 5 kg sont très faibles. La variation irrégulière entre les concentrations croissantes n'a pas trouvé d'explication, si ce n'est que toutes les solutions ont été préparées à l'aide de seringues entraînant ainsi un manque certain de précision dans les volumes prélevés.

On peut donc affirmer que, d'un point de vue qualitatif, les mélanges 1 : 1 de furosémide et de midazolam à des concentrations comprises respectivement entre 0.2 et 0.4 mg/ml et entre 0.4 et 0.8 mg/ml sont compatibles. Une précipitation est à craindre pour les patients de plus de 5 kg lors d'administration en Y de midazolam et de furosémide conformément aux pratiques usuelles des USI.

Des analyses supplémentaires (type HPLC) seraient nécessaires pour déterminer la concentration de chaque principe actif et ainsi observer si le mélange de furosémide et de midazolam conduit à une dégradation de l'un ou l'autre des principes actifs. Ceci permettrait d'affirmer (ou d'infirmer) la compatibilité de ces deux produits d'un point de vue quantitatif.

#### **4.3.2. DEUXIÈME PARTIE : DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL**

Le débit maximal perfusable sur un cathéter Silastic a été déterminé sur la base des résultats obtenus pour le montage complet (annexes 9 à 11) étant donné que c'est dans cette configuration que travaillent les unités de soins.

Après 30 minutes de perfusion à un débit donné, les résultats sont les suivants :

Tableau 8 : pression mesurée après 30 minutes à 10 et 15 ml/h (t = 30 et t = 60 ; en mmHg)

Filtre	Essai numéro	10 ml/h	15 ml/h
Sans filtre	1	140	<b>250</b>
	2	120	200
	3	190	<b>&gt; 300</b>
PALL	1	110	180
	2	110	180
	3	110	190
CODAN	1	170	<b>270</b>
	2	190	<b>260</b>
	3	130	230

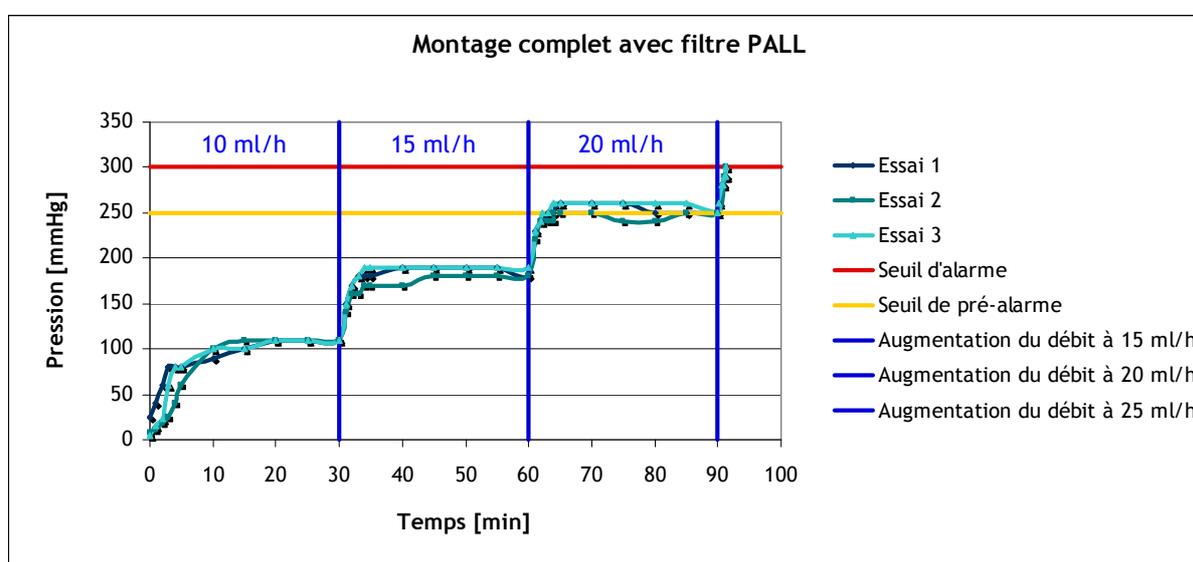


Figure 12 : exemple de graphique d'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et de l'augmentation du débit [ml/h]

Quatre perfusions étant à une pression supérieure ou égale à 250 mmHg après 30 minutes de perfusion à 15 ml/h (voir Tableau 8), le débit maximal conseillé pour perfuser des médicaments sur un cathéter de type Silastic est de 10 ml/h. A noter que les essais ont été effectués au laboratoire et que la perfusion aboutissait dans un béccher vide ; ces résultats ne tiennent donc pas compte de facteurs relatifs au patient tels la pression veineuse.

Le débit maximal utilisé pour la suite des expériences sera de 10 ml/h.

Les essais réalisés avec différents montages ont montré que la pression de perfusion nécessaire pour perfuser à travers le système est principalement due au cathéter Silastic.

Les résultats des essais sans Connectub et uniquement avec un cathéter Silastic (annexes 12 à 15) permettent de constater que le Silastic est à l'origine d'une grande proportion de la pression totale à l'intérieur du système. Il génère en effet  $113 \pm 29$  mmHg à 10 ml/h après 30 minutes. La rampe, les robinets et le Connectub ne provoquent pas une forte augmentation de la pression (cf. Tableau 9) à 10 ml/h (+ 15%) au contraire de la perfusion à 15 ml/h (+ 43%). L'influence des filtres semble par contre minime, ce qui peut paraître surprenant étant donné le petit diamètre de leur porosité (0.2  $\mu$ m).

Tableau 9 : pressions moyennes générées par le matériel à 10 et 15 ml/h [mmHg]

Montage	Sans filtre		Avec filtre PALL		Avec filtre CODAN	
	10 ml/h	15 ml/h	10 ml/h	15 ml/h	10 ml/h	15 ml/h
Silastic seul	113	176	-	-	-	-
Silastic + rampe et robinets (montage sans Connectub)	125 (+10%)*	225 (+28%)*	126	210	126	226
Montage complet avec Connectub	130 (+15%)*	253 (+ 43%)*	110	183	163	253

\* : % d'augmentation de la pression par rapport au Silastic seul

Le détail des résultats obtenus pour chaque montage se trouve en annexes 9 à 15.

Au vu de ces résultats, on remarque premièrement la grande variabilité de pression mesurée aux différents temps et débits pour un même montage. Cette variation ne peut être expliquée uniquement par des problèmes au niveau de la manipulation, cette dernière étant très simple. L'explication est plutôt à chercher au niveau du matériel car, bien que les tolérances concernant la variabilité des dimensions puissent être assez strictes pour la fabrication du matériel médical, des fluctuations du diamètre interne (d) ont de grandes conséquences sur la pression générée par le passage du fluide. En effet, la pression est inversement proportionnelle à  $d^4$  selon l'équation suivante :

$$\Delta P = \frac{0.0267 \cdot \eta \cdot l \cdot Q}{\pi \cdot d^4} \quad \text{Équation 1 [données d'Arcomed, 1999]}$$

où  $\Delta P$  est la pression générée,  $\eta$  la viscosité,  $l$  la longueur,  $Q$  le débit et  $d$  le diamètre interne.

Une très faible variation du diamètre va ainsi conduire à une forte variation de la pression générée.

Les numéros de lot du matériel utilisé ont été relevés pour pratiquement tous les montages. Ceci permet de faire l'observation suivante : deux lots de cathéters Silastic ont été testés dont un (le A7460005) n'a été testé qu'à deux reprises, mais on remarque que dans les deux cas, la pression générée est bien supérieure à celle générée par l'autre lot. On en conclut que des variations inter-, mais aussi intra-lots existent et sont à l'origine de la variabilité de la pression générée mesurée. Une étude réalisée au laboratoire de contrôle qualité des HUG mais dont les résultats n'ont pas été publiés, arrivait à la même conclusion, à savoir que les lots de Silastic ne supportent pas tous le même débit.

### 4.3.3. TROISIÈME PARTIE : INJECTION D'UN PRÉCIPITÉ

L'injection d'un précipité ne provoque pas forcément une occlusion du filtre et le temps de mise en alarme ne correspond pas à ce à quoi on pouvait s'attendre : le précipité du mélange pour 20 kg aurait dû obstruer le cathéter plus rapidement que celui pour 10 kg et le filtre PALL aurait dû se saturer plus rapidement que le filtre CODAN étant donné que la surface de ce dernier est bien supérieure (10.45 vs 1.77 cm<sup>2</sup>) (Tableau 10).

Tableau 10 : temps nécessaire au déclenchement de l'alarme d'occlusion lors de l'injection d'un précipité à 10 ml/h

	10 kg	20 kg
Sans filtre	45 min	3h19
PALL	pas d'occ.	2h53
CODAN	pas d'occ.	50 min

Les différences s'expliquent ici probablement par des problèmes de manipulation (purge des voies et des filtres) et/ou irrégularité dans la perfusion du précipité (sédimentation dans la seringue et les tubulures). Il semble ainsi que la précipitation des médicaments n'est pas rapidement détectée par le système et engendre le risque qu'un précipité puisse être perfusé au patient. Dans la pratique, la mise en place de filtres en ligne semble ainsi justifiée pour éviter une administration de précipité au patient.

#### 4.3.4. QUATRIÈME PARTIE : INJECTION EN Y DE DEUX MÉDICAMENTS INCOMPATIBLES

Le débit maximal perfusable recommandé pour le cathéter Silastic étant de 10 ml/h, le débit maximal habituel aux USI pour le furosémide a été diminué de 2 mg/kg/h (= 20 ml/h) à 0.85 mg/kg/h (= 8.5 ml/h) pour l'expérience, conduisant ainsi à un débit total de 10 ml/h, le débit maximal de midazolam étant de 0.3 mg/kg/h (= 1.5 ml/h).

Tableau 11 : récapitulatif des concentrations et débits utilisés

	5 kg		10 kg		20 kg	
	Furosémide	Midazolam	Furosémide	Midazolam	Furosémide	Midazolam
Concentration [mg/ml]	0.5	1	1	2	2	4
Débit min [mg/kg/h]	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
Débit max [mg/kg/h]	0.85	0.3	0.85	0.3	0.85	0.3

Comme attendu au vu des résultats obtenus lors de l'injection directe d'un précipité, le système ne déclenche que rarement une alarme d'occlusion dans les 24h lors de la perfusion en Y de deux médicaments incompatibles aux concentrations testées et dépend fortement des débits de perfusion. Une occlusion n'est survenue qu'à débit maximal pour les deux médicaments.

Les temps de mise en alarme d'occlusion sont logiques : le temps de mise en occlusion est inversement proportionnel au poids et le filtre de petite surface (PALL) se sature plus rapidement.

Tableau 12 : temps nécessaire au déclenchement de l'alarme d'occlusion

Filtre	Débit	5 kg	10 kg	20 kg
	Précipité observé	Présent peu visible	Présent, visible	Présent, très bien visible
PALL	max-max	pas d'occ.	1h18 (mid)	1h15 (fur)
	max-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
	min-max	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
	min-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
CODAN	max-max	pas d'occ.	pas d'occ.	1h35 (fur)
	max-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
	min-max	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
	min-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
Sans filtre	max-max	pas d'occ.	14' (mid), 15' (fur)	13' (mid ; préa 12' fur)
	max-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.
	min-max	pas d'occ.	12h11 (fur)	pas d'occ.
	min-min	pas d'occ.	pas d'occ.	pas d'occ.

Précipité = formation de précipité dans la rampe, pas d'occ. = pas d'occlusion, fur = voie du furosémide, mid = voie du midazolam, préa = préalarme, max-max = débit maximal pour les deux médicaments, - = non réalisé.

Dans la plupart des cas où aucune alarme ni préalarme d'occlusion ne s'est déclenchée, un précipité blanc plus ou moins important en fonction de la concentration des produits s'est formé dans la rampe sur laquelle sont branchés les Connectub (Figure 13). Ceci porte à penser que si un tel phénomène se produisait dans la pratique, le patient ne recevrait pas la dose complète de médicament et / ou risquerait de se voir perfuser des particules en l'absence de filtre. Cette observation soulève l'importance de la sensibilisation des infirmières aux incompatibilités physicochimiques et à la nécessité d'envisager l'utilisation de filtres en ligne lors de perfusion de médicaments connus comme incompatibles.



Figure 13 : formation de précipité dans la rampe

À noter que les cathéters Silastic et les filtres PALL Posidyne Neo sont utilisés généralement chez des patients dont le poids est inférieur à 5 kg. L'essai sort donc largement des normes, malgré la volonté de reproduire les pratiques cliniques.

#### 4.4. CONCLUSION

Cette étude a permis en premier lieu de confirmer que la pression générée à l'intérieur du système testé est avant tout due au cathéter intraveineux de type Silastic et qu'une grande variabilité existe entre lots de cathéter.

En ce qui concerne les incompatibilités physicochimiques, cette expérience a permis de démontrer in vitro que le furosémide et le midazolam, l'exemple type de médicaments incompatibles, sont compatibles d'un point de vue qualitatif lorsqu'ils sont mélangés en proportion 1 : 1 à des concentrations allant jusqu'à 0.4 mg/ml pour le furosémide et 0.8 mg/ml pour le midazolam. Ces données de concentrations sont valables pour des patients jusqu'à 4 kg aux USI, pour autant que la règle de calcul pour la préparation standardisée soit utilisée (5 mg x PC ad 50 ml NaCl 0.9% et 4 mg x PC ad 20 ml NaCl 0.9% pour le furosémide et le midazolam respectivement). Contrairement au résultat attendu, la perfusion d'un précipité formé dans la seringue ou de deux médicaments incompatibles en Y ne déclenche pas nécessairement une alarme d'occlusion. Pour la provoquer, les concentrations et les débits utilisés doivent être élevés par rapport aux capacités du système.

L'utilisation de filtres en ligne ne provoque pas une forte augmentation de la pression générée ni des alarmes d'occlusions ; au vu des bénéfices apportés par de tels systèmes en terme de sécurité d'administration (retiennent l'air et les particules), leur usage ne peut être que recommandé.

## 5. TEST EN CONDITIONS CLINIQUES AUX SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE

---

### 5.1. INTRODUCTION

Les appareils de perfusion sont équipés d'un système d'alarmes devant alerter le soignant de la survenue d'une occlusion sur la voie, d'air dans la ligne de perfusion ou de tout arrêt de la perfusion.[3]

La détection de problèmes à l'aide d'alarmes permet de mettre en garde le personnel soignant et est une nécessité. Toutefois, les alarmes intempestives sont une source de stress notable dans les unités de soins intensifs. Il est pour cette raison important de les quantifier, de déterminer leur cause et quelles mesures peuvent être prises afin d'éviter des alarmes inutiles.

Une récolte de l'historique des événements survenus sur les pousse-seringues Module DPS et Modules MVP est possible à l'aide d'un logiciel appelé Base Dump. Un logiciel d'extraction similaire a également été mis à disposition par Arcomed pour les pompes volumétriques  $\mu$ VP 7000. Les données peuvent être téléchargées pendant le fonctionnement des appareils sans risque pour le patient.

Cette étude pilote aux USI est réalisée dans le but de déterminer les types d'alarmes et leurs causes et permet dans le même temps de tester la bibliothèque de médicaments créée. Dans la mesure du possible et suivant les problèmes élucidés, des recommandations seront données pour diminuer la fréquence des alarmes. Elle doit aussi permettre de répondre à la question principale de ce travail : existe-t-il un lien entre les alarmes d'occlusion et des incompatibilités physicochimiques ?

### 5.2. MÉTHODE

Une fois la réalisation de la bibliothèque terminée, elle a été chargée au moyen d'un PC portable sur les Bases Intensives Fresenius Vial des USI au moyen du programme Vigilant DrugLib. Les listes de médicaments ont été chargées sur les deux modèles de pompes volumétriques (Modules MVP Fresenius Vial et Volumed  $\mu$ VP 7000 Arcomed).

Quatre types d'alarmes ont été récoltés : occlusions et fin de perfusion, susceptibles de survenir sur les deux types d'appareils de perfusion utilisés, porte ouverte et bulles d'air, n'apparaissant que sur les pompes volumétriques, les pousse-seringues ne possédant pas de détecteur d'air, et débrayage ne survenant que sur les pousse-seringues. Ce dernier type survient lorsque les infirmières changent de seringue à la fin de la perfusion sans arrêter le pousse-seringue.

Le seuil d'alarme d'occlusion était fixé à 300 mmHg.

La récolte des alarmes a été réalisée à l'aide de deux Bases Intensives pendant 6 jours. En collaboration avec une infirmière enseignante, le but de l'étude et le fonctionnement de la Base Intensive ont été expliqués à l'infirmière responsable du patient, puis chaque médicament perfusé par pousse-seringue a été programmé sur la Base Intensive en indiquant le nom du médicament, la dilution (x mg dans y ml) et le dosage (en débit massique). Un dossier contenant un exemplaire de la bibliothèque de médicaments de la Base Intensive, la liste des médicaments figurant dans les pompes volumétriques et un mini-guide d'utilisation de la Base Intensive était disponible auprès du patient. Deux feuilles de récolte des incidents de type occlusion et des problèmes rencontrés par l'infirmière avec la Base Intensive étaient distribuées :

- Pour permettre de déterminer les causes des alarmes d'occlusion, une feuille de récolte des incidents de type occlusion a été créée (annexe 16). Elle renseigne sur les données générales du patient (initiales, date de naissance, type de patient, heure de survenue de l'incident), les

conditions de survenue de l'incident, des données techniques (matériel utilisé et lieu de l'alarme d'occlusion) et les médicaments perfusés sur la voie veineuse au moment de l'incident (médicament, concentration, solvant, débit, type de cathéter et date de la pose).

- Une deuxième feuille (annexe 17) était jointe donnant la possibilité de recueillir les problèmes rencontrés par l'infirmière avec la Base Intensive. Elle lui permettait de notifier l'absence d'un médicament de la bibliothèque et des difficultés de programmation des médicaments et/ou des bolus.

Le téléchargement des données enregistrées sur la Base Intensive était effectué deux fois par jour, le matin et le soir, en connectant la Base à un PC portable. Les données ont été extraites à l'aide du programme Base Dump. Les données des pompes volumétriques Volumed étaient aussi téléchargées si les pompes étaient utilisées en parallèle.

Les fichiers texte contenant les données ont été transférés dans le programme Excel pour quantifier chaque type d'alarmes (occlusion, fin de perfusion, débrayage pour les pousse-seringues et bulles d'air et porte ouverte pour les pompes volumétriques).

## 5.3. RÉSULTATS

### 5.3.1. RÉCOLTE DE DONNÉES

La récolte des alarmes a eu lieu sur deux patients simultanément et en deux parties : la première fois sur quatre jours et la deuxième sur deux jours. Le temps total de récolte est de 206.5 heures, soit 8.6 jours.

Un total de 119 alarmes ont été collectées, dont 35 d'occlusion, 33 de fin de perfusion, 44 de débrayage (sur les pousse-seringues) ou de porte ouverte (sur les pompes volumétriques) et 7 de bulles d'air (uniquement sur les pompes volumétriques). En extrapolant à une dizaine de patients hospitalisés aux USI, on dénombrerait ainsi environ 70 alarmes de perfusion dont 20 alarmes d'occlusion par jour.

Cinq patients ont été inclus dans cette étude pilote. Trois étaient des nouveau-nés, un avait une année et un 9 ans. Ils pesaient entre 480 g et 30 kg (poids moyen 7.9 kg). Ils souffraient de grande prématurité, de malformations anatomiques, de problèmes cardiaques (post-opération), et / ou d'une infection.

Le détail des alarmes récoltées en fonction des patients est référé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : détail des données récoltées

	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	TOTAL
Âge	Nouveau-né	Nouveau-né	9 ans	Nouveau-né	1 année	-
Poids [kg]	0.48	2.6	30	2	4.5	-
Pathologie	Grande prématurité	Infection	Chirurgie cardiaque	Malformations anatomiques	Chirurgie cardiaque	-
Durée récolte [h]	44	42.5	24	48	48	<b>206.5</b>
Alarmes	8	33	22	18	38	<b>119</b>
Occlusions	0	21	3	2	9	<b>35 (29.4%)</b>
Fins de perfusion	1	8	13	7	4	<b>33 (27.7%)</b>
Débrayage/ Porte ouverte	5	4	6	5	24	<b>44 (37.0%)</b>
Bulles d'air	2	0	0	4	1	<b>7 (5.9%)</b>

### 5.3.2. DÉTAIL DES ALARMES D'OCCLUSION RÉCOLTÉES

Trente-cinq alarmes d'occlusion sont survenues durant la récolte sur quatre des cinq patients.

Le patient 2 est le seul patient chez qui une alarme d'occlusion a été identifiée comme étant due à une incompatibilité physicochimique. Elle est survenue lors de la perfusion simultanée de rifampicine à 1.2 mg/ml dans du glucose 10%, de nutrition parentérale et de lipides. Une incompatibilité fut assez rapidement mise en cause, les trois appareils de perfusion indiquant un dépassement du seuil de pression. Selon le fabricant, le Rimactan® a un pH de 8 - 8.8 et risque de précipiter à concentration élevée (6 mg/ml) et si le pH est inférieur à 6. Il est incompatible avec le bicarbonate de sodium, le glucose 5% et le Ringer [45]. Selon le Trissel [21], la rifampicine est incompatible avec le glucose 5%, mais cette donnée est contradictoire à celles trouvées dans d'autres sources (par exemple le Compendium). Des tests en laboratoires seraient nécessaires pour déterminer si la rifampicine est incompatible avec la nutrition parentérale de ce patient. Il est également possible que l'occlusion soit la conséquence d'un débit trop élevé (APT : 13.3 ml/h, lipides : 1.9 ml/h, rifampicine : 14.4 ml/h). Seize autres alarmes sont survenues sur un pousse-seringue dont neuf en treize minutes et quatre en une heure. Cinq autres alarmes sont survenues en deux heures trente. La cause n'a pu en être définie, ces alarmes étant apparues la nuit et la feuille de rapport d'incident n'ayant pas été remplie.

Bien que la feuille de rapport n'ait pas été remplie et que l'infirmière n'ait pas signalé la survenue d'alarmes d'occlusion, une hypothèse pour le patient 4 sur la cause de ces deux alarmes (en deux minutes) peut tout de même être émise. Elle a en effet eu lieu lors de la perfusion de paracétamol injecté à un débit de 32 ml/h en 15 minutes. Ce patient pesant 2 kg, le diamètre du cathéter est faible et ne résiste donc pas à des débits élevés. On peut donc penser que ceci en est la cause (voir la partie expérimentale chapitre 4).

La même hypothèse a été avancée pour expliquer les alarmes apparues chez le patient 5. Quatre des neuf occlusions sont survenues en dix minutes et trois en quarante minutes. L'infirmière a donc suggéré que la pompe avait un problème mais après investigation, il a été remarqué que le débit total sur la voie proximale du cathéter (double lumière) était de 14 ml/h (six médicaments en parallèle : potassium, lipides, nutrition parentérale 2-en-1, kétamine, morphine et midazolam). Le débit était donc élevé sur cette voie et de plus, le seuil d'alarme d'occlusion sur la pompe volumétrique (seul appareil ayant sonné) était fixé à 270 mmHg. À noter que sur la voie distale, deux médicaments documentés comme incompatibles [21 ; 35], la milrinone (0.13 mg/ml) et le furosémide (0.45 mg/ml), coulaient en parallèle (débit total 3.5 ml/h), mais aucune alarme d'occlusion n'a été rapportée sur cette voie pendant la durée de la récolte. Dans la littérature [21], l'incompatibilité est notée pour du furosémide à 10 mg/ml et de la milrinone à 0.2 mg/ml.

### 5.3.3. PROBLÈMES TECHNIQUES DÉTECTÉS

Cette étude pilote a permis de tester la bibliothèque des médicaments en fonction des pratiques des USI. Elle a aussi permis d'identifier d'autres problèmes inhérents à la Base Intensive et aux Modules DPS et MVP tels que la facilité avec laquelle il est possible de perdre des données : il suffit qu'une vis connectant les Modules soit mal encliquetée pour que tous les Modules se trouvant au-dessus ne communiquent plus leurs données à la Base. Le seul moyen de remarquer ce bug est le petit "C" s'affichant sur le Module à la place de son numéro (le médicament ainsi que le débit et la concentration apparaissent à l'écran de la Base et le courant électrique passe). La mise en veille de l'ordinateur portable durant le transfert par Base Dump peut aussi conduire à la perte des données. Il est à noter que ce transfert peut durer quelques dizaines de minutes. Le traitement des données peut de même être problématique : si les Modules ne sont pas à la même heure que la Base, les données sont enregistrées plusieurs fois. Ceci conduit à la multiplication du nombre d'alarmes et à un fichier de récolte difficilement exploitable. Une partie de ces problèmes a trouvé une solution grâce à la collaboration d'ingénieurs techniciens.

## 5.4. DISCUSSION

Cette étude pilote a permis de mettre en évidence environ 20 alarmes d'occlusion par jour aux USI sur une base de 10 patients hospitalisés. Une alarme sur 35 environ étant due à une incompatibilité médicamenteuse, il semble nécessaire de réaliser une étude de plus longue durée pour répondre à la question du lien entre les alarmes d'occlusion et les incompatibilités. Une étude sur deux mois permettrait de récolter 4150 alarmes dont 1200 d'occlusion par extrapolation des chiffres obtenus. Ce qui devrait permettre de mettre en évidence une trentaine de cas d'occlusion en lien avec des incompatibilités entre médicaments. Il faut signaler que les patients inclus dans l'étude pilote étaient des patients au statut médical stable chez lesquels moins d'alarmes surviennent. Durant un test d'une journée réalisée aux USI en 2002 sur un grand prématuré au statut instable, vingt alarmes réelles de type occlusion avaient été récoltées. Les chiffres demandent donc à être confirmés.

Cette étude in vivo confirme les résultats obtenus dans la phase expérimentale de ce travail, à savoir que la perfusion de médicaments incompatibles ne déclenche pas toujours une alarme d'occlusion et que le débit total de perfusion possible sur les cathéters utilisés chez les nouveau-nés est d'environ 10 à 15 ml/h. Au dessus, il est probable qu'une alarme d'occlusion survienne.

Le problème des feuilles de récolte non remplies, de même que l'incident survenu pendant une réanimation (cité dans le chapitre 3) montre l'importance d'une bonne formation du personnel soignant (infirmières et médecins) des USI avant le début de l'étude de longue durée.

## 5.5. CONCLUSION

Cette étude a permis de peaufiner l'adaptation de la bibliothèque des médicaments aux pratiques des USI et de résoudre certains problèmes techniques. Elle montre la nécessité d'une étude de plus longue durée offrant ainsi la possibilité de récolter plus de données et de répondre à la question du lien entre les alarmes d'occlusion et les incompatibilités physicochimiques.

## 6. DISCUSSION GÉNÉRALE

---

L'enquête réalisée auprès des pharmaciens chefs des hôpitaux suisses dénote un usage croissant du mode de préparation des médicaments injectables par concentrations standardisées aux soins intensifs adultes. Ce système n'est que peu utilisé dans les unités de soins intensifs de pédiatrie en raison du large panel de patients soignés, la prescription en fonction du poids qui compliquant la standardisation des concentrations. Elle met en évidence le fait que les pratiques tant au niveau du matériel de perfusion utilisé que de la labellisation des seringues et des flexs sont très variables entre les différents services. À part dans les hôpitaux universitaires, les médicaments ne sont que rarement préparés sous forme de CIVAS. Elle montre aussi que les technologies développées dans le but d'augmenter la sécurité d'administration des médicaments, telles que les codes-barres et les "smart pumps", ne sont encore que très peu utilisées à l'heure actuelle en Suisse.

La conception d'une bibliothèque de médicaments pour la Base Intensive à l'aide du logiciel Vigilant Drug'Lib en fonction des pratiques en vigueur aux USI, révèle de manière claire la diversité de concentrations et de débits nécessaires pour un service de soins intensifs de pédiatrie. La comparaison des données de la bibliothèque avec la littérature a permis de mettre en évidence qu'un cinquième des médicaments a des valeurs de concentration et/ou de débit sortant des limites recommandées par la littérature. La plupart de ces écarts sont engendrés par l'adaptation de la bibliothèque aux patients de petit poids extrême. La comparaison des concentrations entrées dans la bibliothèque avec deux références travaillant sur la base de concentrations standard a montré qu'une introduction aux USI de ce mode de préparation est envisageable pour certaines substances.

Les résultats des tests réalisés durant la partie expérimentale révèlent que la pression générée dans une ligne de perfusion comme celle qui a été testée est principalement due au cathéter Silastic, cathéter intraveineux de très faible diamètre interne. Les tests d'incompatibilités physicochimiques ont démontré que le furosémide et le midazolam sont compatibles *in vitro* pour des concentrations allant de 0.2 à 0.4 mg/ml et de 0.4 à 0.8 mg/ml respectivement, dans un mélange 1 : 1. Les essais de perfusion d'injection en Y d'un précipité ont montré que l'injection ne déclenche pas obligatoirement une alarme d'occlusion ce qui révèle l'importance de la sensibilisation des infirmières aux incompatibilités physicochimiques et l'utilité de filtres en ligne pour éviter des événements indésirables chez le patient.

Malgré sa courte durée, l'étude pilote réalisée sur des patients aux USI permet de mettre en évidence un taux élevé d'alarmes en général, mais plus particulièrement d'occlusion. Ces dernières sont en effet la deuxième cause d'alarmes aux USI. Elle montre aussi la nécessité d'une étude sur une plus longue période pour pouvoir récolter un plus grand nombre d'alarmes permettant de confirmer les résultats obtenus et de répondre à la question de l'existence d'un lien entre les alarmes d'occlusion et des incompatibilités physicochimiques entre les médicaments. Le fait que des médicaments incompatibles (furosémide et milrinone) aient été perfusés sans déclencher d'alarme d'occlusion et que des débits de 10 à 15 ml/h aient provoqué la mise en alarme du système confirme les résultats obtenus dans la partie expérimentale.

## 7. CONCLUSION

---

Ce travail a permis de montrer l'utilité de la gestion centralisée des appareils électriques de perfusion tout du moins dans un contexte de soins intensifs, mais aussi la difficulté à implanter ce système et l'importance de la formation des médecins et des infirmières à son utilisation.

Il a été démontré que des médicaments incompatibles et même des précipités peuvent être perfusés sans déclencher rapidement d'alarme d'occlusion ce qui conduit à recommander fortement l'emploi de filtres en ligne en routine, vu que ces dispositifs ne génèrent pas l'augmentation de pression à laquelle on pouvait s'attendre.

L'étude pilote a permis d'enregistrer un grand nombre d'alarmes dont 30% d'alarmes d'occlusion. Ceci souligne l'intérêt de réaliser une étude sur une plus longue durée pour confirmer les résultats obtenus et permettre l'élaboration de recommandations pour diminuer l'incidence des alarmes d'occlusion évitables.

## 8. RÉFÉRENCES

---

- [1] : site Internet des HUG : [http://dea.hug-ge.ch/presentation/presentation\\_intensifs.html](http://dea.hug-ge.ch/presentation/presentation_intensifs.html) (consulté le 12 mai 2008)
- [2] : Cazalaa JB, Fougère S et Barrier G, Les appareils électriques de perfusion, *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation*, 13 : 350-359 (1994).
- [3] : Auty B, Types of infusion pumps and their risks, *Br J Intensive Care*, S11-16 (1995).
- [4] : Pickstone M, Classifying drugs into risks categories, *Br J Intensive Care*, S17-22 (1995).
- [5] : Notice d'utilisation de la station de perfusion Orchestra® Module DPS, 12 juin 2006.
- [6] : Manuel technique Volumed® µVP 7000, Arcomed AG, Regensburg, juillet 2006.
- [7] : [www.fresenius-kabi.com](http://www.fresenius-kabi.com) (consulté le 17 mars 2008)
- [8] : [http://www.utc.fr/~farges/master\\_mts/2004-2005/projets/georgin\\_natan\\_szymczak/georgin\\_natan\\_szymczak.htm](http://www.utc.fr/~farges/master_mts/2004-2005/projets/georgin_natan_szymczak/georgin_natan_szymczak.htm) (consulté le 29 mai 2008)
- [9] : Notice d'utilisation de la station de perfusion Orchestra® Base Intensive, 12 octobre 2004.
- [10] : Larsen GY, Parker HB, Cash J, O'Connell M, Grant MJC, Standard Drug Concentration and Smart-Pump Technology Reduce Continuous-Medication-Infusion Errors in Pediatric Patients, *Pediatrics*, 116 : e21-e25 (2005).
- [11] : Husch M, Sullivan , Rooney D, Barnard C, Fotis M, Clarke J, Noskin G, Insights from the sharp end of intravenous medication errors : implications for infusion pump technology, *Qual. Saf. Health Care*, 14 : 80-86 (2005).
- [12] : Nuckols TK, Bower AG, Paddock SM, Hilborne LH, Wallace P, Rothschild JM, Griffin A, Fairbanks RJ, Carlson B, Panzer RJ, Brook RH, Programmable Infusion Pumps in ICU's : An Analysis of Corresponding Adverse Drug Events, *J Gen Intern Med*, 23 (suppl1) : 41-45 (2008).
- [13] : Rothschild JM, Keohane CA, Cook EF, Orav EJ, Burdick E, Thompson S, Hayes J, Bates DW, A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients, *Crit Care Med*, 33 : 533-540 (2005).
- [14] : Malashock CM, Smith Shull S, Allen Gould D, Effect of Smart Infusion Pumps on Medication Errors Related to Infusion Device Programming, *Hosp Pharm*, 39 : 460-469 (2004).
- [15] : Ducloy JC, Intérêt de la mesure de la pression de perfusion des pousse-seringues, Becton Dickinson & Co, Brézins, 1993.
- [16] : Weiss M, Neff T, Gerber A, Fischer J, Impact of infusion line compliance on syringe pump performance, *Paediatr Anaesth*, 10 : 595-599 (2000).
- [17] : Dönmez A, Araz C, Kayhan Z, Syringe pump take too long to give occlusion alarm, *Paediatr Anaesth*, 15 : 293-296 (2005).
- [18] : Kim DW, Steward DJ, The effect of syringe size on the performance of an infusion pump, *Paediatr Anaesth*, 9 : 335-337 (1999).
- [19] : Kaestli LZ, Vogt-Ferrier N, Administration de médicaments par voie parentérale et incompatibilités physicochimiques, CAPP-INFO n°40 (2006) disponible sur [www.hcuge.ch/Pharmacie/infomedic/cappinfo.htm](http://www.hcuge.ch/Pharmacie/infomedic/cappinfo.htm) (consulté le 6 mars 2008).
- [20] : Gikic M, Di Paolo ER, Pannatier A, Cotting J, Evaluation of physicochemical incompatibilities during parenteral drug administration in a pediatric intensive care unit, *Pharm World Sci*, 22 : 88-91 (2000).

- [21] : Trissel LA, *Handbook on Injectable Drugs*, American Society of Health-System Pharmacists, Bethesda, 2007.
- [22] : King Guide to Parenteral Admixtures, Internet Edition : [www.kingguide.com](http://www.kingguide.com).
- [23] : Stabilis, Stabilité et compatibilité des médicaments injectables, édition en ligne : [www.stabilis.org](http://www.stabilis.org).
- [24] : B|Braun KiK 3.0, logiciel informatique, mars 2006.
- [25] : Haslinger-Matzenauer M, Karger H, Kirchdorfer K, Petcold L, Rosmann van Goethem J, Kerbl H, Zadravec S, Infusion mixtures - study of clinical practice in Austria, *Infusiontherapie*, **18** : 114-120 (1991).
- [26] : Höpner JH, Schulte A, Thiessen J, Knuf M, Huth RG, Erstellung einer Kompatibilitätstabelle für die intravenöse Pharmakotherapie auf neonatologischen und pädiatrischen Intensivstationen, *Klin Pädiatr*, **219** : 37-43 (2007).
- [27] : Vogel Kahmann I, Bürki R, Denzler U, Höfler A, Schmid B, Splisgardt H, Inkompatibilitätsreaktionen auf der Intensivstation, *Anaesthesist*, **52** : 409-412 (2003).
- [28] : Kerner JA, Garcia-Careaga MG, Fisher AA, Poole RL, Treatment of catheter occlusion in pediatric patients, *J Parenter Enteral Nutr*, **30** : 73-81 (2006).
- [29] : Werlin SL, Lausten T, Jessen S, Toy L, Norton A, Dallman L, Bender J, Sabilan L, Rutkowski D, Treatment of central venous catheter occlusions with ethanol and hydrochloric acid, *J Parenter Enteral Nutr*, **19** : 416-418 (1995).
- [30] : Shulman RJ, Reed T, Pitre D, Laine L, Use of hydrochloric acid to clear obstructed central venous catheters, *J Parenter Enteral Nutr*, **12** : 509-510 (1988).
- [31] : Duffy LF, Kerzner B, Gebus V, Treatment of central venous catheters occlusions with hydrochloric acid, *J Vasc Nurs*, **1** : 22 (1991).
- [32] : Breaux CW Jr, Duke D, Georgeson KE, Mestre JR, Calcium phosphate crystal occlusion of central venous catheters used for total parenteral nutrition in infants and children : prevention and treatment, *J Pediatr Surg*, **22** : 829-832 (1987).
- [33] : Murdoch L, Safety features of smart infusion, *HPE*, 65-67 (2007).
- [34] : Guide d'utilisation Vigilant DrugLib Base Intensive, Fresenius Kabi, 27.02.2006.
- [35] : Taketomo CK, Hodding JH, Kraus DM, *Pediatric dosage handbook*, Lexi-Comp, Hudson, 2005.
- [36] : Neonatal and Paediatric Pharmacists Group, *Medicines for Children*, Royal College of Paediatrics and Child Health, London, 2003.
- [37] : Young TE, Mangum B, *NeoFax*, Thomson Healthcare, Montvale, 2007.
- [38] : Compendium Suisse des Médicaments, Documed, Edition en ligne : [www.compendium.ch](http://www.compendium.ch).
- [39] : *BNF for Children*, Royal College of Paediatrics and Child Health, London, 2005.
- [40] : *Paediatric injectable therapy guidelines*, Alder Hey Royal Liverpool Children's NHS Trust, Liverpool, 2000.
- [41] : Baumann B, Frey O, Maier L, Pecar A, Wagner R, *PÄD-IV Sichere Anwendung von intravenösen Arzneimitteln bei Kindern*, Hayingen, 2000.
- [42] : *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons*, Pharmaceutical Press, London, 1986.
- [43] : Martindale, *The complete drug reference*, The Pharmaceutical Press, London, 1999.
- [44] : <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/> (consulté le 23 mai 2008).
- [45] : Informations sur le produit Rimactan<sup>®</sup>, Ciba-Geigy SA, novembre 1981.

## 9. ANNEXES

---

- Annexe 1 : enquête envoyée aux pharmaciens chefs en Suisse.
- Annexe 2 : détail des réponses reçues à l'enquête.
- Annexe 3 : bibliothèque de la Base Intensive.
- Annexe 4 : bibliothèque du Module MVP.
- Annexe 5 : bibliothèque de la pompe volumétrique Volumed  $\mu$ VP 7000.
- Annexe 6 : comparaison de la bibliothèque avec les concentrations standard de la littérature.
- Annexe 7 : détail des résultats du comptage particulaire.
- Annexe 8 : détail des résultats de la mesure de pH.
- Annexe 9 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet avec un filtre PALL (NaCl 0.9%).
- Annexe 10 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet avec un filtre CODAN (NaCl 0.9%).
- Annexe 11 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet sans filtre (NaCl 0.9%).
- Annexe 12 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet sans Connectub avec un filtre PALL (NaCl 0.9%).
- Annexe 13 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet sans Connectub avec un filtre CODAN (NaCl 0.9%).
- Annexe 14 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage complet sans Connectub ni filtre (NaCl 0.9%).
- Annexe 15 : détail des résultats obtenus pour la détermination du débit maximal de perfusion sur Silastic : montage composé uniquement d'une seringue et d'un Silastic (NaCl 0.9%).
- Annexe 16 : feuille de rapport d'incident de perfusion de type occlusion aux USI.
- Annexe 17 : feuille de relevé des difficultés relatives à l'utilisation des Bases Intensives.

## ANNEXE 1 : ENQUÊTE ENVOYÉE AUX PHARMACIENS CHEFS EN SUISSE

# Enquête : évaluation de la sécurité d'administration des médicaments et du matériel de perfusion aux soins intensifs

### MODE D'EMPLOI DE CE QUESTIONNAIRE

- Veuillez **cocher** les cases correspondantes aux réponses correctes concernant votre établissement

**Remarque : plusieurs réponses sont possibles.**

- Le questionnaire est **divisé en deux parties** :  
la première pour les **soins intensifs adultes des pages 2 - 5**  
la deuxième pour les **soins intensifs de pédiatrie des pages 6 - 9**.

S'il n'y a pas d'unité de soins intensifs de pédiatrie dans votre hôpital, laissez simplement la deuxième partie blanche et mentionnez-le dans la question 6.

Cette enquête est à nous retourner jusqu'au **15 avril 2008**,

Soit par courrier à l'adresse suivante :

Dre Caroline Fonzo-Christe  
Pharmacie HUG  
Rue Micheli-du-Crest 24  
1211 Genève 14

Ou par e-mail à l'adresse :

[Caroline.Fonzo-Christe@hcuge.ch](mailto:Caroline.Fonzo-Christe@hcuge.ch)

### INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT VOTRE HÔPITAL

1. Pharmacien répondant : .....
2. Nom de l'hôpital : .....
3. Adresse : .....
4. Nombre de lits : .....
5. Nombre de lits aux soins intensifs adultes : .....
6. Nombre de lits aux soins intensifs de pédiatrie : .....

## PREMIÈRE PARTIE POUR LES SOINS INTENSIFS ADULTES

### PRÉPARATION DES MÉDICAMENTS

7. Comment sont préparés les médicaments aux soins intensifs adultes ?

Concentrations standardisées

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

Concentrations variables

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

Autre : .....

Pour quels produits ? .....

.....

8. Est-ce que la pharmacie prépare des seringues prêtes à l'emploi (CIVAS) pour les soins intensifs adultes ?

Oui

Non

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

9. Identification des seringues et des flexs : que figure-t-il sur les étiquettes des seringues et des flexs ?

Nom du produit

Si oui, est-ce le nom de marque ou la DCI qui y figure ?

Nom de marque

DCI

Concentration

Solvant

Nom du patient

Débit de perfusion

Code-barre

Autre : .....

.....

### MATÉRIEL UTILISÉ POUR L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS AUX SOINS INTENSIFS ADULTES

10. Quelles marques de pompes volumétriques sont utilisées dans votre institution pour l'administration des médicaments aux soins intensifs adultes ?

- Arcomed  $\mu$ VP 7000
- Arcomed  $\mu$ VP 5005
- B|Braun Infusomat Space
- Carbamed Asena GW
- Codan Argus 707 V
- Fresenius Vial Optima VS
- Fresenius Vial Optima PT
- Fresenius Vial Orchestra Module MVP
- Autre : .....
- .....

11. Quelles marques de pousse-seringues sont utilisées dans votre institution pour l'administration des médicaments aux soins intensifs adultes ?

- Arcomed SP 6000
- B|Braun Perfusor Space
- Carbamed Asena GS
- Fresenius Vial Injectomat Agilia
- Fresenius Vial Module DPS
- Fresenius Vial Pilot C
- Terumo TE 331C
- Autre : .....
- .....

12. Est-ce qu'un seuil d'alarme d'occlusion est fixé pour les pompes volumétriques aux soins intensifs adultes ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle pression (mmHg) ? .....

13. Est-ce qu'un seuil d'alarme d'occlusion est fixé pour les pousse-seringues aux soins intensifs adultes ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle pression (mmHg) ? .....

14. Est-ce qu'une maintenance préventive est effectuée sur les appareils de perfusion ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle fréquence ? .....

15. Les pompes volumétriques et les pousse-seringues sont-ils gérés par un système individuel ou centralisé<sup>1</sup> (par exemple une Base Intensive) aux soins intensifs adultes ?

- Gestion individuelle
- Gestion centralisée mais uniquement des pompes volumétriques **ou** des pousse-seringues  
Spécifiez lequel des deux : .....
- Gestion centralisée des pompes volumétriques **et** des pousse-seringues
- En cas de gestion centralisée : quel type d'appareil est utilisé ?
  - Fresenius Vial Base Intensive
  - Autre : .....

-----  
**En cas de gestion individuelle, passez directement à la question 18.**  
-----

16. Quelle est l'expérience de votre institution avec l'utilisation d'une gestion centralisée aux soins intensifs adultes?

- Depuis combien de temps ce système est-il utilisé aux soins intensifs adultes ?
  - 0 - 1 an
  - 2 - 5 ans
  - Plus de 5 ans
- Combien de médicaments sont enregistrés dans la bibliothèque de médicaments utilisée aux soins intensifs adultes ?
  - 1 - 20
  - 21 - 40
  - 41 - 60
  - 61 - 80
  - 81 - 100
  - Plus de 100
- Qui gère la bibliothèque de médicaments des soins intensifs adultes ?
  - Un(e) pharmacien(ne)
  - Un(e) infirmier (-ère)
  - Un(e) médecin
  - Autre : .....
- Un impact positif sur la sécurité d'administration des médicaments par voie parentérale a-t-il été observé ?
  - Oui
  - Non

---

<sup>1</sup> Par **gestion individuelle**, nous entendons une programmation classique des paramètres de perfusion (débit, volume, concentration, ...) directement sur la pompe volumétrique ou le pousse-seringue. Par **gestion centralisée**, nous entendons une programmation à l'aide d'un appareil (type Base Intensive de Fresenius Vial) contenant une bibliothèque de médicaments et des limites de concentration et de débit, et permettant de gérer plusieurs pousse-seringues et pompes volumétriques (pour plus d'information, voir document annexé HPE 2007;65-67).

Si oui, en quels termes ?

- Diminution du nombre d'alarmes sur les pompes volumétriques et les pousse-seringues
- Diminution du nombre d'alarmes d'occlusion
- Diminution du nombre d'erreurs de débit administré
- Diminution du nombre d'erreurs de dose administrée
- Diminution de la variabilité de l'effet thérapeutique
- Autre : .....
- .....

17. Est-ce que des bolus sont autorisés dans la bibliothèque ?

- Oui  Non

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

18. Commentaires :

.....

.....

.....

.....

**NOUS VOUS REMERCIONS DE VOTRE COLLABORATION !**

## DEUXIÈME PARTIE POUR LES SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE

### PRÉPARATION DES MÉDICAMENTS

19. Comment sont préparés les médicaments aux soins intensifs de pédiatrie ?

Concentrations standardisées

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

Concentrations variables

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

Autre : .....

Pour quels produits ? .....

.....

20. Est-ce que la pharmacie prépare des seringues prêtes à l'emploi (CIVAS) pour les soins intensifs de pédiatrie ?

Oui

Non

Si oui, pour quels produits ? .....

.....

21. Identification des seringues et des flexs : que figure-t-il sur les étiquettes des seringues et des flexs ?

Nom du produit

Si oui, est-ce le nom de marque ou la DCI qui y figure ?

Nom de marque

DCI

Concentration

Solvant

Nom du patient

Débit de perfusion

Code-barre

Autre : .....

.....

**MATÉRIEL UTILISÉ POUR L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS AUX SOINS INTENSIFS DE PÉDIATRIE**

22. Quelles marques de pompes volumétriques sont utilisées dans votre institution pour l'administration des médicaments aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Arcomed  $\mu$ VP 7000
- Arcomed  $\mu$ VP 5005
- B|Braun Infusomat Space
- Carbamed Asena GW
- Codan Argus 707 V
- Fresenius Vial Optima VS
- Fresenius Vial Optima PT
- Fresenius Vial Orchestra module MVP
- Autre : .....
- .....

23. Quelles marques de pousse-seringues sont utilisées dans votre institution pour l'administration des médicaments aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Arcomed SP 6000
- B|Braun Perfusor Space
- Carbamed Asena GS
- Fresenius Vial Injectomat Agilia
- Fresenius Vial module DPS
- Fresenius Vial Pilot C
- Terumo TE 331C
- Autre : .....
- .....

24. Est-ce qu'un seuil d'alarme d'occlusion est fixé pour les pompes volumétriques aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle pression (mmHg) ? .....

25. Est-ce qu'un seuil d'alarme d'occlusion est fixé pour les pousse-seringues aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle pression (mmHg) ? .....

26. Est-ce qu'une maintenance préventive est effectuée sur les appareils de perfusion ?

- Oui  Non
- Si oui, à quelle fréquence ? .....

27. Les pompes volumétriques et les pousse-seringues sont-ils gérés par un système individuel ou centralisé<sup>2</sup> aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Gestion individuelle
- Gestion centralisée uniquement des pompes volumétriques ou des pousse-seringues  
Spécifiez lequel des deux : .....
- Gestion centralisée des pompes volumétriques et des pousse-seringues
- En cas de gestion centralisée : quel type d'appareil est utilisé ?
  - Fresenius Vial Base Intensive
  - Autre : .....

-----  
**En cas de gestion individuelle, passez directement à la question 30.**  
-----

28. Quelle est l'expérience de votre institution avec l'utilisation d'une gestion centralisée aux soins intensifs de pédiatrie ?

- Depuis combien de temps ce système est-il utilisé aux soins intensifs de pédiatrie ?
  - 0 - 1 an
  - 2 - 5 ans
  - Plus de 5 ans
- Combien de médicaments sont enregistrés dans la bibliothèque de médicaments utilisée aux soins intensifs de pédiatrie ?
  - 1 - 20
  - 21 - 40
  - 41 - 60
  - 61 - 80
  - 81 - 100
  - Plus de 100
- Qui gère la bibliothèque de médicaments des soins intensifs de pédiatrie ?
  - Un(e) pharmacien(ne)
  - Un(e) infirmier(-ère)
  - Un(e) médecin
  - Autre : .....
- Un impact positif sur la sécurité d'administration des médicaments par voie parentérale a-t-il été observé ?
  - Oui
  - Non

---

<sup>2</sup> Par **gestion individuelle**, nous entendons une programmation classique des paramètres de perfusion (débit, volume, concentration, ...) directement sur la pompe volumétrique ou le pousse-seringue. Par **gestion centralisée**, nous entendons une programmation à l'aide d'un appareil (type Base Intensive de Fresenius Vial) contenant une bibliothèque de médicaments et des limites de concentration et de débit, et permettant de gérer plusieurs pousse-seringues et pompes volumétriques (pour plus d'information, voir document annexé HPE 2007;65-67).

Si oui, en quels termes ?

- Diminution du nombre d'alarmes sur les pompes volumétriques et les pousse-seringues
- Diminution du nombre d'alarmes d'occlusion
- Diminution du nombre d'erreurs de débit administré
- Diminution du nombre d'erreurs de dose administrée
- Augmentation de la stabilité de l'effet thérapeutique
- Autre : .....

29. Est-ce que des bolus sont autorisés dans la bibliothèque ?

- Oui  Non

Si oui, pour quels produits ? .....

30. Commentaires :

.....  
.....  
.....  
.....

**NOUS VOUS REMERCIONS DE VOTRE COLLABORATION !**

## ANNEXE 2 : DÉTAIL DES RÉPONSES REÇUES A L'ENQUÊTE

Tableau 14 : détail des réponses reçues pour les soins intensifs adultes (première partie)

Hôpital		Riaz	Yverdon	Soleure	La Chaux-de-Fonds	CHUV	Nyon	Morges	Vevey	
Nbre de lits total			181	700	200	1118	109	182	110	
Nbre de lits	SIA	0	8	12	10	32	6	8	7	
Préparation	[] standard		oui	non	oui	oui	non	non	oui ms variable selon le bilan hydrique	
	[] variables		oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	
	autre		-	-	-	-	-	-	-	
CIVAS			non	non	oui	non	non	non	non	
Identification	Nom de marque		oui	oui	oui	oui	ser : oui	flexs : oui	oui	oui
	DCI		non	non	non	oui	non	non	non	oui
	Conc		oui	oui	oui	oui	oui	dose	oui	oui
	Solvant		oui	non	oui	oui	oui	oui	oui sauf ivd	oui
	Nom patient		oui	oui	oui	oui si prep spécifique	non	non	non	oui
	Débit de perf		non	non	non	idéal	oui	non	non	oui
	Code-barre		non	non	non	non	non	non	non	non
	Autre		-	-	-	infos complémentaires (abri de la lumière, PVC), mode de prep, péremption, double signature	code couleur international V à prélever ds la seringue date et heure de la prép	électrolytes si présents ou à ajoutés date et heure de la pose	code couleur date et heure de la prep visa	date et signature infirmière
Matériel	PV		Codan Argus 707 V	BBraun Infusomat Space	Arcomed uVP 7000	MVP-MS	Alaris GW	Arcomed uVP 5005	Arcomed uVP 5005	
			Codan Argus 414		Arcomed uVP 5005				Compat (uniqumt pr alim parent.)	
	PS		Arcomed SP 6000 Argus 600	BBraun Perfusor Space	Arcomed SP 6000	DPS	Alaris GH	Carbamed IVAC 3000 Terumo TE 331C	Arcomed SP 6000 Pilot C	
Seuil d'alarme	PV		900		pression dynamique	750	oui	oui	500	
	PS		1200		pression dynamique	300	oui	oui	500	
Maintenance			ts les 2 ans		ts les 2 ans	ts les 2-3 ans	1x/an	1x/an	ts les 2-3 ans	
Gestion			individuelle	individuelle	individuelle	individuelle	individuelle	individuelle	individuelle	

Tableau 15 : détail des réponses reçues pour les soins intensifs adultes (deuxième partie)

Hôpital		<i>Sion</i>	<i>Lugano</i>	<i>Interlaken</i>	<i>Baden</i>	<i>Fribourg</i>	<i>Genève</i>	<i>Liesthal</i>	<i>Bellinzone</i>
<b>Nbre de lits total</b>		237	180	132	380	351	2167	389	300
<b>Nbre de lits</b>	<i>SIA</i>	14	4	8	10	12	36	10	8
<b>Préparation</b>	<input type="checkbox"/> <i>standard</i>	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui
	<input type="checkbox"/> <i>variables</i>	oui	oui	non	oui	oui	non	non	non
	<i>autre</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CIVAS</b>		non	non	oui	non	non	oui	non	non
<b>Identification</b>	<i>Nom de marque</i>	oui	oui	oui	oui	oui	pr antibiotiqmt	oui	oui
	<i>DCI</i>	non	non	oui	non	non	oui	non	oui
	<i>Conc</i>	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	<i>Solvant</i>	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui
	<i>Nom patient</i>	non	oui	non	seulmt flexs	oui	non	non	non
	<i>Débit de perf</i>	conversion débit-dose en débit-volume	oui	seulmt pr NA	oui	oui	non	1ml/h = x mg/min	non
	<i>Code-barre</i>	non	non	oui	non	non	non	non	non
<i>Autre</i>	dose (=volume) date signature	durée, date, signature, pr catécholamines : x ml = y mcg ou mg	numéro de lot, date d'expiration, conditions de stockage, endroit de fabrication	date initiales du prép	date signature	date heure visa	date visa	date heure (parfois) visa	
<b>Matériel</b>	<i>PV</i>	Codan Argus 707 V Carbamed IVAC	BBraun Infusomat Space Carbamed Asena GW	Arcomed uVP 5005	Codan Argus 707 V	Arcomed uVP 5005	Arcomed uVP 5005 MVP	Carbamed Asena GW	Carbamed Asena GW
	<i>PS</i>	Codan Argus 600s BBraun Perfusor	BBraun Perfusor Space Carbamed Asena GH	Arcomed SP 6000 BBraun Perfusor Space	Codan Argus green stream SY-P 600	Carbamed Asena CC	DPS Pilot C	Carbamed Alaris	Carbamed Asena GH
<b>Seuil d'alarme</b>	<i>PV</i>	700	Asena 250, BBraun 3bar	in predefined steps (3-9)	900	200	500	300	350
	<i>PS</i>	900	BBraun 1.2bar, Asena 300	999mbar	900	200	300	300	300
<b>Maintenance</b>	1x/an	1x/an	1x/an	1x/an	oui	1x/an	1x/an	oui	
<b>Gestion</b>		individuelle	individuelle	individuelle	individuelle	centralisée	individuelle	centralisée	individuelle

Tableau 16 : détail des réponses reçues pour les soins intensifs de pédiatrie

Hôpital		CHUV	Kispi ZH	Genève
Nbre de lits	SIP	9	18	21
Préparation	[ ] standard	oui	oui	non
	[ ] variables	oui	oui	oui
	autre	-	-	prép. standardisée
CIVAS		oui	non	oui
Identification	Nom de marque	oui	oui	oui
	DCI	sur certaines	non	parfois
	Conc	oui	oui	oui
	Solvant	oui	oui	oui
	Nom patient	oui	oui	oui
	Débit de perf	ds certains cas	non	oui
	Code-barre	non	non	non
	Autre	date de péremption infos complémentaires	-	date visa
Matériel	PV	MVP	Arcomed uVP 5005	Arcomed uVP 7000 Arcomed uVP 5005 MVP
	PS	DPS Pilot C	Carbamed Asena GH	DPS
Seuil d'alarme	PV	non	oui	300
	PS	non	oui	300
Maintenance		ts les 2-3 ans	oui	1/an
Gestion		individuelle	individuelle	individuelle

### **ANNEXE 3 : BIBLIOTHÈQUE DE LA BASE INTENSIVE**

Voir pages suivantes.

# Bibliothèque : USI\_2008

Créée le 5/08/2008 17:38:05

## Liste des médicaments :

### 1 - Ac.tranexami

---

Famille : ~Autres

Commentaire : CYKLOKAPRON / 48 mg x PC ad 24 ml

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.80 mg/ml	1.90 mg/kg/h
Typique	10.0 mg/ml	2.00 mg/kg/h
Maximum	100 mg/ml	2.10 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

### 2 - Aciclovir

---

Famille : ~Autres

Commentaire : Diluant:NaCl 0.9% /Perf. sur 60min /VVC 25mg/ml Ok

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.50 mg/ml	5.00 mg/kg/h
Typique	5.00 mg/ml	10.0 mg/kg/h
Maximum	25.0 mg/ml	20.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

### 3 - Adrenaline

---

Famille : Cardiotoniqu

Commentaire : 0.3 mg x PC ad 50 ml / 1mg = 1000 mcg

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	2.00 µg/ml	0.01 µg/kg/min	10.0 µg/kg
Typique	64.0 µg/ml	0.10 µg/kg/min	10.0 µg/kg
Maximum	999 µg/ml	2.00 µg/kg/min	100 µg/kg
Durée			5 s

Unité de dose préférée : mg

### 4 - Alprostadil1

---

Famille : ~Autres

Commentaire : PROSTIN VR/0.3 mg x PC ad 50 ml/Pr canal arteriel

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	2.00 µg/ml	0.01 µg/kg/min
Typique	10.0 µg/ml	0.05 µg/kg/min
Maximum	30.0 µg/ml	0.40 µg/kg/min

Unité de dose préférée : µg

## 5 - Alprostadi2

---

Famille : ~Autres

Commentaire : PROSTIN VR/10mcg x PC ad 50ml  
G5%/Greffe hepaticque

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 µg/ml	0.20 µg/kg/h
Typique	1.00 µg/ml	0.40 µg/kg/h
Maximum	500 µg/ml	0.60 µg/kg/h

Unité de dose préférée : µg

## 6 - Alteplase

---

Famille : ~Autres

Commentaire : ACTILYSE / Diluant NaCl 0.9% / Perf sur  
6h

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.20 mg/ml	0.10 mg/kg/h
Typique	0.50 mg/ml	0.10 mg/kg/h
Maximum	1.00 mg/ml	0.50 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 7 - Amiodarone

---

Famille : Antiarythmiq

Commentaire : CORDARONE / 15 mg x PC ad 50 ml G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	5.00 µg/kg/min
Typique	2.00 mg/ml	10.0 µg/kg/min
Maximum	30.0 mg/ml	25.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 8 - Amoxicilline

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : CLAMOXYL / Perfusion sur 30 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	10.0 mg/ml	50.0 mg/kg/h
Typique	50.0 mg/ml	100 mg/kg/h
Maximum	100 mg/ml	200 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 9 - Ampho. B1

---

Famille : Antifongique

Commentaire : FUNGIZONE/Solvant G5% / Duree perf  
min 6h

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.01 mg/kg/h
Typique	0.10 mg/ml	0.04 mg/kg/h
Maximum	0.40 mg/ml	0.25 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 10 - Ampho. B2

---

Famille : Antifongique

Commentaire : AMBISOME(liposomale) /Solvant G5%/Duree perf 60min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.20 mg/ml	1.00 mg/kg/h
Typique	1.00 mg/ml	3.00 mg/kg/h
Maximum	2.00 mg/ml	5.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 11 - Azathioprine

---

Famille : Immunosuppre

Commentaire : IMUREK / IVD en 3 min ou dilue en perf sur 60 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.13 mg/ml	1.00 mg/kg/h
Typique	2.50 mg/ml	3.00 mg/kg/h
Maximum	10.0 mg/ml	5.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 12 - Basiliximab

---

Famille : Immunosuppre

Commentaire : SIMULECT / &lt;35 kg : 10mg ou &gt;35 kg : 20mg /dose

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.50 mg/kg/h
Typique	0.40 mg/ml	1.00 mg/kg/h
Maximum	4.00 mg/ml	7.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 13 - Bicarbonate

---

Famille : ~Autres

Commentaire : 8.4% = 1mmol/ml / 4.2% = 0.5mmol/ml / 8.4% sur VVC

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mmol/ml	0.25 mmol/kg/h
Typique	0.50 mmol/ml	0.50 mmol/kg/h
Maximum	1.00 mmol/ml	1.50 mmol/kg/h

Unité de dose préférée : mmol

## 14 - Ca gluconate

---

Famille : Electrolytes

Commentaire : 100 mg/ml = 0.225 mmol/ml de Ca = 0.45 mEq/ml

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.01 mmol/ml	0.01 mmol/kg/h
<b>Typique</b>	0.05 mmol/ml	0.30 mmol/kg/h
<b>Maximum</b>	0.23 mmol/ml	0.60 mmol/kg/h

Unité de dose préférée : mmol

## 15 - Cafe cit J1

---

Famille : ~Autres

**Commentaire** : Cafeine citrate/Dose charge = J1/Perf 30min

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.10 mg/ml	20.0 mg/kg/h
<b>Typique</b>	1.00 mg/ml	40.0 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	40.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 16 - Cafe cit CTE

---

Famille : ~Autres

**Commentaire** : Cafeine citrate / Jour 2 et suite / Perf en 30min

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.10 mg/ml	2.00 mg/kg/h
<b>Typique</b>	1.00 mg/ml	10.0 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	15.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 17 - Cefazoline

---

Famille : Antibiotique

**Commentaire** : KEFZOL / IV lent (5min) ou perf (10-60 min)

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	2.00 mg/ml	0.40 mg/kg/min
<b>Typique</b>	20.0 mg/ml	0.80 mg/kg/min
<b>Maximum</b>	100 mg/ml	2.50 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 18 - Ceftazidime

---

Famille : Antibiotique

**Commentaire** : FORTAM / IV lent (5min) ou perf. 30 min

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	1.00 mg/ml	0.33 mg/kg/min
<b>Typique</b>	40.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min
<b>Maximum</b>	180 mg/ml	1.67 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 19 - Ceftriaxone

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : ROCEPHINE / IV lent (5min) ou perf. (30-60 min)

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Induction
Minimum	0.01 mg/ml	0.30 mg/kg/min	50.0 mg/kg
Typique	40.0 mg/ml	0.70 mg/kg/min	80.0 mg/kg
Maximum	100 mg/ml	1.70 mg/kg/min	100 mg/kg
Durée			1800 s

Unité de dose préférée : mg

## 20 - Cefuroxime

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : CEFUROXIME / IV lent 3-5 min ou perf en 15-30 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 mg/ml	0.30 mg/kg/min
Typique	30.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min
Maximum	137 mg/ml	4.00 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 21 - Clemastine

---

Famille : ~Autres

Commentaire : TAVEGYL / Perfusion en 30min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.01 mg/ml	0.01 mg/kg/h
Typique	0.20 mg/ml	0.04 mg/kg/h
Maximum	1.00 mg/ml	0.06 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 22 - Clonidine

---

Famille : Analgesique

Commentaire : CATAPRESAN / 10 ou 20 mcg x PC ad 20ml de G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.17 µg/ml	0.50 µg/kg/h
Typique	15.0 µg/ml	1.00 µg/kg/h
Maximum	150 µg/ml	2.00 µg/kg/h

Unité de dose préférée : µg

## 23 - Cotrimoxazol

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : BACTRIM / En mg TMP / Perf. 60min / Non dilue: VVC

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.36 mg/ml	2.00 mg/kg/h
Typique	3.80 mg/ml	5.00 mg/kg/h
Maximum	16.0 mg/ml	20.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 24 - Cyclosporine

Famille : Immunosuppre  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : SANDIMMUN / 15 mg x PC ad 50 ml

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.10 mg/kg/24h
Typique	2.50 mg/ml	2.00 mg/kg/24h
Maximum	16.0 mg/ml	4.00 mg/kg/24h

Unité de dose préférée : mg

## 25 - Dobutamine

Famille : Cardiotoniqu  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : 15 mg x PC ad 50 ml

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	1.00 µg/kg/min
Typique	4.00 mg/ml	5.00 µg/kg/min
Maximum	5.00 mg/ml	40.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 26 - Dopamine

Famille : Cardiotoniqu  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : 15 mg x PC ad 50 ml

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	1.00 µg/kg/min
Typique	5.00 mg/ml	5.00 µg/kg/min
Maximum	30.0 mg/ml	20.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 27 - Erythromycin

Famille : Antibiotique  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : ERYTHROCYNE / Duree perfusion 60 minutes

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 mg/ml	5.00 mg/kg/h
Typique	5.00 mg/ml	12.5 mg/kg/h
Maximum	10.0 mg/ml	25.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 28 - Esmolol

Famille : Anti HTA  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : BREVIBLOC / Conc. max. 10 mg/ml / Pur (non dilue)

	Concentration	Débit	Bolus	Induction
Minimum	0.10 mg/ml	50.0 µg/kg/min	100 µg/kg	100 µg/kg
Typique	10.0 mg/ml	100 µg/kg/min	100 µg/kg	100 µg/kg
Maximum	10.0 mg/ml	200 µg/kg/min	100 µg/kg	500 µg/kg
Durée			60 s	60 s

Unité de dose préférée : mg

## 29 - Esomeprazole

---

Famille : ~Autres

Commentaire : NEXIUM / &gt;8mg/ml VVC / Perf. sur 30 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.01 mg/ml	0.01 mg/kg/min
Typique	4.00 mg/ml	0.03 mg/kg/min
Maximum	10.0 mg/ml	0.07 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 30 - Fentanyl

---

Famille : Analgesique

Commentaire : SINTENYL / 0.05 mg x PC ad 50 ml

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.35 µg/ml	0.01 µg/kg/h	0.50 µg/kg
Typique	10.0 µg/ml	1.00 µg/kg/h	0.50 µg/kg
Maximum	50.0 µg/ml	5.00 µg/kg/h	4.00 µg/kg
Durée			120 s

Unité de dose préférée : µg

## 31 - Flucloxacill

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : FLOXAPEN / Perfusion sur 30min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	10.0 mg/ml	25.0 mg/kg/h
Typique	10.0 mg/ml	50.0 mg/kg/h
Maximum	100 mg/ml	200 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 32 - Fluconazole

---

Famille : Antifongique

Commentaire : FLUCONAZOLE / Duree perfusion 30 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.10 mg/kg/min
Typique	2.00 mg/ml	0.20 mg/kg/min
Maximum	2.00 mg/ml	0.40 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 33 - Furosemide

---

Famille : Diuretique

Commentaire : LASIX / 5mg x PC ad 50ml NaCl 0.9% / Perfuser seul

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.03 mg/ml	0.05 mg/kg/h	0.50 mg/kg
Typique	2.00 mg/ml	1.00 mg/kg/h	1.00 mg/kg

<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	1.00 mg/kg/h	2.00 mg/kg
<b>Durée</b>			180 s
<b>Unité de dose préférée : mg</b>			

### 34 - Ganciclovir

---

**Famille :** ~Autres

**Commentaire :** SER. CYMEVENE prete emploi / Perf. en 60 minutes

**Mode par défaut :** Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	10.0 mg/ml	1.25 mg/kg/h
<b>Typique</b>	10.0 mg/ml	5.00 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	5.00 mg/kg/h

**Unité de dose préférée :** mg

### 35 - Gentamicine

---

**Famille :** Antibiotique

**Commentaire :** GARAMYCINE / Conc. max. 10 mg/ml / Perf sur 30 min

**Mode par défaut :** Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.20 mg/ml	2.50 mg/kg/h
<b>Typique</b>	10.0 mg/ml	4.00 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	12.0 mg/kg/h

**Unité de dose préférée :** mg

### 36 - Glucose

---

**Famille :** ~Autres

**Commentaire :** >12.5% uniquement sur VVC / 10% =100 mg/ml

**Mode par défaut :** Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	50.0 mg/ml	0.01 mg/kg/min
<b>Typique</b>	150 mg/ml	4.50 mg/kg/min
<b>Maximum</b>	500 mg/ml	25.0 mg/kg/min

**Unité de dose préférée :** mg

### 37 - GS 2-1

---

**Famille :** ~Autres

**Commentaire :** Glucosalin 2:1 / Glc 33 mg/ml / Isotonique

**Mode par défaut :** Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	33.0 mg/ml	1.00 ml/kg/24h
<b>Typique</b>	33.0 mg/ml	80.0 ml/kg/24h
<b>Maximum</b>	33.0 mg/ml	200 ml/kg/24h

**Unité de dose préférée :** mg

### 38 - GS 3-1.5

---

**Famille :** ~Autres

**Commentaire :** Glucosalin 3:1.5 / Glc 50 mg/ml / Hypertonique

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	50.0 mg/ml	1.00 ml/kg/24h
Typique	50.0 mg/ml	80.0 ml/kg/24h
Maximum	50.0 mg/ml	200 ml/kg/24h

Unité de dose préférée : mg

## 39 - Heparine 1

Famille : Anticoagulan

Commentaire : BASSE CONC. (0.5 - 500 UI/ml)

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.50 U/ml	1.00 U/kg/h	50.0 U/kg
Typique	100 U/ml	10.0 U/kg/h	50.0 U/kg
Maximum	500 U/ml	20.0 U/kg/h	100 U/kg
Durée			10 s

Unité de dose préférée : U

## 40 - Heparine 2

Famille : Anticoagulan

Commentaire : HAUTE CONC. (500 - 2000 UI/ml) / 1 kU = 1000 UI

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.50 kU/ml	1.00 U/kg/h	50.0 U/kg
Typique	1.00 kU/ml	10.0 U/kg/h	50.0 U/kg
Maximum	2.00 kU/ml	20.0 U/kg/h	100 U/kg
Durée			10 s

Unité de dose préférée : kU

## 41 - HeparinFLUSH

Famille : Anticoagulan

Commentaire : Uniquement pour flush

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.50 U/ml	0.10 ml/h
Typique	0.50 U/ml	1.00 ml/h
Maximum	0.50 U/ml	3.00 ml/h

Unité de dose préférée : U

## 42 - Imipeneme

Famille : Antibiotique

Commentaire : TIENAM / Duree perfusion 60 minutes

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	2.00 mg/ml	15.0 mg/kg/h
Typique	5.00 mg/ml	20.0 mg/kg/h
Maximum	7.00 mg/ml	25.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 43 - Indomethacin

Famille : Analgesique  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : INDOCID / Perfusion en 30 minutes

	Concentration	Débit
Minimum	0.01 mg/ml	0.10 mg/kg/h
Typique	0.10 mg/ml	0.20 mg/kg/h
Maximum	0.50 mg/ml	0.50 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 44 - Inositol

---

Famille : ~Autres

Commentaire : Perfusion sur 30 minutes / Dilution avec G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 mg/ml	40.0 mg/kg/h
Typique	1.00 mg/ml	80.0 mg/kg/h
Maximum	50.0 mg/ml	80.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 45 - Insuline

---

Famille : Insuline

Commentaire : ACTRAPID / Diluant NaCl 0.9%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 U/ml	0.01 U/kg/h
Typique	1.00 U/ml	0.05 U/kg/h
Maximum	1.00 U/ml	0.20 U/kg/h

Unité de dose préférée : U

## 46 - Isoprenaline

---

Famille : Cardiotoniqu

Commentaire : 0.3 mg x PC ad 50 ml / 1mg = 1000 mcg

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	3.00 µg/ml	0.02 µg/kg/min
Typique	4.00 µg/ml	0.50 µg/kg/min
Maximum	100 µg/ml	1.00 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 47 - Ketamine

---

Famille : Analgesique

Commentaire : KETALAR / 3 mg x PC ad 50 ml G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.02 mg/ml	0.25 µg/kg/min
Typique	0.20 mg/ml	4.00 µg/kg/min
Maximum	10.0 mg/ml	20.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 48 - Labetalol

---

Famille : Anti HTA  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : TRANDATE / Perfusion continue

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.01 mg/kg/h
Typique	1.00 mg/ml	1.00 mg/kg/h
Maximum	5.00 mg/ml	4.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 49 - Levosimendan

Famille : Cardiotoniqu  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : SIMDAX / Perfusion continue

	Concentration	Débit
Minimum	0.02 mg/ml	0.10 µg/kg/min
Typique	0.02 mg/ml	0.10 µg/kg/min
Maximum	0.05 mg/ml	0.20 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 50 - Lidocaine

Famille : Antiarythmiq  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : 30 mg x PC ad 50 ml

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.01 mg/ml	10.0 µg/kg/min	0.50 mg/kg
Typique	2.00 mg/ml	20.0 µg/kg/min	1.00 mg/kg
Maximum	10.0 mg/ml	50.0 µg/kg/min	1.00 mg/kg
Durée			300 s

Unité de dose préférée : mg

## 51 - Lipides

Famille : ~Autres  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : Lipofundin MCT/LCT 20% / 1900 kcal/l

	Concentration	Débit
Minimum	200 mg/ml	0.10 g/kg/24h
Typique	200 mg/ml	0.50 g/kg/24h
Maximum	200 mg/ml	4.00 g/kg/24h

Unité de dose préférée : mg

## 52 - Magnesium

Famille : Electrolytes  
 Mode par défaut : Continu

Commentaire : Sulfate de Mg / 20%  
 =200mg/ml=0.8mmol/ml=1.6mEq/ml

	Concentration	Débit	Induction
Minimum	1.00 mg/ml	0.50 mg/kg/h	25.0 mg/kg
Typique	100 mg/ml	0.75 mg/kg/h	25.0 mg/kg
Maximum	200 mg/ml	1.00 mg/kg/h	50.0 mg/kg
Durée			1800 s

Unité de dose préférée : ng

## 53 - Meropeneme

Famille : Antibiotique  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : MERONEM / Perfusion sur 30min

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 mg/ml	20.0 mg/kg/h
Typique	1.00 mg/ml	40.0 mg/kg/h
Maximum	50.0 mg/ml	80.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 54 - Methylpredni

Famille : ~Autres  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : SOLUMEDROL / Pas pr < 1an / Perf sur 30min a 3h

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.30 mg/kg/h
Typique	2.50 mg/ml	1.00 mg/kg/h
Maximum	125 mg/ml	60.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 55 - Metocloprami

Famille : ~Autres  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : PASPERTIN / Perfusion sur 15-30 min

	Concentration	Débit
Minimum	0.10 mg/ml	0.01 mg/kg/h
Typique	0.20 mg/ml	0.20 mg/kg/h
Maximum	5.00 mg/ml	3.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 56 - Metronidazol

Famille : Antibiotique  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : FLAGYL / Perfusion sur 30 min

	Concentration	Débit
Minimum	1.00 mg/ml	7.50 mg/kg/h
Typique	5.00 mg/ml	15.0 mg/kg/h
Maximum	5.00 mg/ml	30.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 57 - Midazolam

Famille : Hypnotique  
Mode par défaut : Continu

Commentaire : 4mg x PC ad 20ml/Pas de bolus chez pat. cardiaq

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.06 mg/ml	0.01 mg/kg/h	0.05 mg/kg
Typique	0.50 mg/ml	0.20 mg/kg/h	0.10 mg/kg
Maximum	5.00 mg/ml	0.40 mg/kg/h	0.10 mg/kg
Durée			300 s

Unité de dose préférée : mg

**58 - Milrinone**

Famille : Cardiotonique

Commentaire : COROTROP / 1.5 mg x PC ad 50 ml

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.01 mg/ml	0.01 µg/kg/min
Typique	0.20 mg/ml	0.50 µg/kg/min
Maximum	1.00 mg/ml	0.75 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

**59 - Morphine 1**

Famille : Analgesique

Commentaire : Pour &lt;1kg / 0.5mg ou 2mg ou 4mg x PC ad 50ml G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	5.00 µg/ml	1.00 µg/kg/h	10.0 µg/kg
Typique	10.0 µg/ml	20.0 µg/kg/h	50.0 µg/kg
Maximum	80.0 µg/ml	80.0 µg/kg/h	100 µg/kg
Durée			300 s

Unité de dose préférée : mg

**60 - Morphine 2**

Famille : Analgesique

Commentaire : Des 1kg /0.5mg x ou 2mg x ou 4mg x PC ad 50 ml G5%

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Bolus
Minimum	0.01 mg/ml	1.00 µg/kg/h	10.0 µg/kg
Typique	1.00 mg/ml	20.0 µg/kg/h	50.0 µg/kg
Maximum	5.00 mg/ml	80.0 µg/kg/h	100 µg/kg
Durée			300 s

Unité de dose préférée : mg

**61 - Mycophenolat**

Famille : Immunosuppre

Commentaire : CELLCEPT/ Solvant G5% / Perfusion sur 2 heures

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	6.00 mg/ml	5.00 mg/kg/h
Typique	6.00 mg/ml	5.00 mg/kg/h
Maximum	6.00 mg/ml	5.00 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

**62 - NaCl**

Famille : ~Autres

Commentaire : NaCl 0.9% = 9mg/ml / 0.45% = 4.5mg/ml

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	4.50 mg/ml	0.01 ml/h
<b>Typique</b>	9.00 mg/ml	1.00 ml/h
<b>Maximum</b>	9.00 mg/ml	150 ml/h

Unité de dose préférée : mg

## 63 - NaCl Y

---

Famille : Electrolytes

Commentaire : 12.5ml de NaCl 11.7% + 37.5ml de G5% = 0.5mmol/ml

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.10 mmol/ml	0.01 mmol/kg/24h
<b>Typique</b>	0.50 mmol/ml	1.00 mmol/kg/24h
<b>Maximum</b>	0.50 mmol/ml	10.0 mmol/kg/24h

Unité de dose préférée : mmol

## 64 - Nalbuphine

---

Famille : Analgesique

Commentaire : 3 mg x PC ad 50 ml G5% / Perfuser seul

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>	<b>Bolus</b>
<b>Minimum</b>	0.02 mg/ml	0.03 mg/kg/h	0.10 mg/kg
<b>Typique</b>	0.50 mg/ml	0.05 mg/kg/h	0.30 mg/kg
<b>Maximum</b>	5.00 mg/ml	0.20 mg/kg/h	0.50 mg/kg
<b>Durée</b>			300 s

Unité de dose préférée : mg

## 65 - Nifedipine

---

Famille : ~Autres

Commentaire : ADALAT / Protéger de la lumière / Perfuser seul

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	8.00 µg/ml	0.50 µg/kg/min
<b>Typique</b>	30.0 µg/ml	0.50 µg/kg/min
<b>Maximum</b>	100 µg/ml	1.00 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 66 - Nitroglyceri

---

Famille : Anti HTA

Commentaire : PERLINGANIT / 3 mg x PC ad 50 ml

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.05 mg/ml	0.25 µg/kg/min
<b>Typique</b>	0.10 mg/ml	5.00 µg/kg/min
<b>Maximum</b>	0.40 mg/ml	20.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 67 - Nitroprussia

---

Famille : Anti HTA

Commentaire : NIPRUSS/ 3 mg x PC ad 50 ml G5% /  
Protéger lumière

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.02 mg/ml	0.10 µg/kg/min
Typique	0.20 mg/ml	0.50 µg/kg/min
Maximum	6.00 mg/ml	10.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 68 - Noradrenalin

---

Famille : Cardiotoniqu

Commentaire : 0.3 mg x PC ad 50 ml / 1mg = 1000 mcg

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	2.00 µg/ml	0.01 µg/kg/min
Typique	16.0 µg/ml	0.10 µg/kg/min
Maximum	999 µg/ml	0.50 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 69 - NTP (nutri)

---

Famille : ~Autres

Commentaire : Nutrition pharmacie VVC / Concentration  
en glc

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.60 g/l	0.04 mg/kg/min
Typique	100 g/l	6.00 mg/kg/min
Maximum	300 g/l	15.0 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 70 - NutriflexVVC

---

Famille : ~Autres

Commentaire : LIPID SPECIAL/Uniqmt pr  
>35kg/Concentration en glc

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	144 g/l	79.0 ml/h
Typique	144 g/l	105 ml/h
Maximum	144 g/l	105 ml/h

Unité de dose préférée : mg

## 71 - Oliclinomel

---

Famille : ~Autres

Commentaire : 2.2% / VVP /Uniqmt pr >  
35kg /Concentration en glc

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	80.0 g/l	84.0 ml/h
Typique	80.0 g/l	84.0 ml/h
Maximum	80.0 g/l	84.0 ml/h

Unité de dose préférée : mg

## 72 - Ondansetron

Famille : ~Autres

Commentaire : ZOFRAN / Perfusion sur 15 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.30 mg/ml	0.40 mg/kg/h
Typique	0.50 mg/ml	0.50 mg/kg/h
Maximum	1.00 mg/ml	0.80 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 73 - Paracetamol

Famille : Analgesique

Commentaire : PERFALGAN / Duree perfusion 15-20 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	10.0 mg/ml	0.75 mg/kg/min
Typique	10.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min
Maximum	20.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 74 - Phenobarbita

Famille : ~Autres

Commentaire : GARDENAL/ IV lent sur 5 min ou perf. sur 15 min

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Induction
Minimum	1.30 mg/ml	0.10 mg/kg/min	15.0 mg/kg
Typique	15.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min	15.0 mg/kg
Maximum	20.0 mg/ml	2.00 mg/kg/min	20.0 mg/kg
Durée			300 s

Unité de dose préférée : mg

## 75 - Phénytoïne

Famille : ~Autres

Commentaire : PHENHYDAN/Diluant: NaCl 0.9% + filtre 0.2 microns!

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit	Induction
Minimum	1.00 mg/ml	0.50 mg/kg/min	10.0 mg/kg
Typique	5.00 mg/ml	0.50 mg/kg/min	15.0 mg/kg
Maximum	50.0 mg/ml	1.00 mg/kg/min	20.0 mg/kg
Durée			1800 s

Unité de dose préférée : mg

## 76 - Phosphate K

Famille : Electrolytes

Commentaire : Si conc > 0.05mmol/ml VVC

Mode par défaut : Continu

	Concentration	Débit
Minimum	0.01 mmol/ml	0.10 mmol/kg/24h
Typique	0.02 mmol/ml	0.50 mmol/kg/24h

**Maximum** 0.12 mmol/ml 1.00 mmol/kg/24h

**Unité de dose préférée** : mmol

## 77 - Potassium

---

**Famille** : Electrolytes

**Commentaire** : 25 ml KCl 7.5% + 25 ml G5% (=0.5 mmol K /ml)

**Mode par défaut** : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.10 mmol/ml	0.01 mmol/kg/24h
<b>Typique</b>	0.50 mmol/ml	1.00 mmol/kg/24h
<b>Maximum</b>	0.50 mmol/ml	10.0 mmol/kg/24h

**Unité de dose préférée** : mmol

## 78 - Propofol

---

**Famille** : Anesthésique

**Commentaire** : DISOPRIVAN / Pur (non dilué)

**Mode par défaut** : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>	<b>Bolus</b>
<b>Minimum</b>	10.0 mg/ml	1.00 mg/kg/h	0.50 mg/kg
<b>Typique</b>	10.0 mg/ml	4.00 mg/kg/h	1.00 mg/kg
<b>Maximum</b>	20.0 mg/ml	15.0 mg/kg/h	2.50 mg/kg
<b>Durée</b>			300 s

**Unité de dose préférée** : mg

## 79 - Quinine

---

**Famille** : ~Autres

**Commentaire** : Durée perfusion 4 heures

**Mode par défaut** : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>	<b>Induction</b>
<b>Minimum</b>	1.00 mg/ml	1.25 mg/kg/h	20.0 mg/kg
<b>Typique</b>	2.00 mg/ml	2.50 mg/kg/h	20.0 mg/kg
<b>Maximum</b>	30.0 mg/ml	5.00 mg/kg/h	20.0 mg/kg
<b>Durée</b>			3600 s

**Unité de dose préférée** : mg

## 80 - Rifampicine

---

**Famille** : ~Autres

**Commentaire** : RIMACTAN / Perfusion sur 30min à 3h

**Mode par défaut** : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	1.20 mg/ml	1.50 mg/kg/h
<b>Typique</b>	1.20 mg/ml	20.0 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	6.00 mg/ml	40.0 mg/kg/h

**Unité de dose préférée** : mg

## 81 - Salbutamol

---

**Famille** : Bronchodilat

**Commentaire** : VENTOLIN/3 mg x PC ad 50 ml <15kg et pur >15kg VVC

**Mode par défaut** : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.01 mg/ml	1.00 µg/kg/min
<b>Typique</b>	0.05 mg/ml	2.00 µg/kg/min
<b>Maximum</b>	1.00 mg/ml	10.0 µg/kg/min

Unité de dose préférée : mg

## 82 - Tacrolimus

---

Famille : Immunosuppre

Commentaire : PROGRAF / Perfusion continue / 1mg = 1000 mcg

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	4.00 µg/ml	30.0 µg/kg/24h
<b>Typique</b>	20.0 µg/ml	100 µg/kg/24h
<b>Maximum</b>	100 µg/ml	200 µg/kg/24h

Unité de dose préférée : mg

## 83 - Urokinase

---

Famille : ~Autres

Commentaire : Diluant NaCl 0.9% / 1 kU = 1000 U

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>	<b>Induction</b>
<b>Minimum</b>	2.00 kU/ml	1.00 kU/kg/h	1.10 kU
<b>Typique</b>	10.0 kU/ml	2.00 kU/kg/h	2.20 kU
<b>Maximum</b>	50.0 kU/ml	4.50 kU/kg/h	4.40 kU
<b>Durée</b>			600 s

Unité de dose préférée : kU

## 84 - Vancomycine

---

Famille : Antibiotique

Commentaire : Duree perfusion 60 minutes

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	2.00 mg/ml	6.25 mg/kg/h
<b>Typique</b>	5.00 mg/ml	10.0 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	10.0 mg/ml	15.0 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 85 - Vitamine K1

---

Famille : ~Autres

Commentaire : KONAKION / Perf sur 30 min / Diluant G5%

Mode par défaut : Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.20 mg/ml	0.20 mg/kg/h
<b>Typique</b>	0.20 mg/ml	0.40 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	0.40 mg/ml	0.60 mg/kg/h

Unité de dose préférée : mg

## 86 - Voriconazole

---

Famille : ~Autres

Commentaire : VFEND / Perfusion sur 1 a 2 heures

**Mode par défaut :** Continu

	<b>Concentration</b>	<b>Débit</b>
<b>Minimum</b>	0.50 mg/ml	1.50 mg/kg/h
<b>Typique</b>	2.00 mg/ml	1.50 mg/kg/h
<b>Maximum</b>	5.00 mg/ml	3.00 mg/kg/h

**Unité de dose préférée :** mg

## ANNEXE 4 : BIBLIOTHÈQUE DU MODULE MVP

Tableau 17 : liste des médicaments contenus dans la bibliothèque du Module MVP

Nom indiqué sur la pompe	Nom de marque
Glc 5.0%	Glucose 5.0%
Glc 7.5%	Glucose 7.5%
Glc 10.0%	Glucose 10.0%
Glc 12.5%	Glucose 12.5%
Glc 15.0%	Glucose 15.0%
Glc 17.5%	Glucose 17.5%
Glc 20.0%	Glucose 20.0%
Glc 22.5%	Glucose 22.5%
Glc 25.0%	Glucose 25.0%
Glc 27.5%	Glucose 27.5%
Glc 30.0%	Glucose 30.0%
Glc 32.5%	Glucose 32.5%
Glc 35.0%	Glucose 35.0%
Glc 37.5%	Glucose 37.5%
Glc 40.0%	Glucose 40.0%
Glc 42.5%	Glucose 42.5%
Glc 45.0%	Glucose 45.0%
Glc 47.5%	Glucose 47.5%
Glc 50.0%	Glucose 50.0%
NTP (nutri)	Nutrition parentérale

## ANNEXE 5 : BIBLIOTHÈQUE DE LA POMPE VOLUMÉTRIQUE $\mu$ VP 7000

Tableau 18 : bibliothèque de médicaments contenue dans la pompe volumétrique Volumed

Position	Nom indiqué sur la pompe	Nom de marque	DCI
1	Albumine 5%	Albumine 5%	albumine
2	Albumine 20%	Albumine 20%	albumine
3	Ampho B1	Fungizone	amphotéricine B
4	Ampho B2	Ambisome	amphotéricine B liposomale
5	Azathioprine	Imurek	azathioprine
6	Bicarbon4.2%	Bicarbonate 4.2%	bicarbonate de sodium
7	Bicarbon8.4%	Bicarbonate 8.4%	bicarbonate de sodium
8	Erythromycine	Erythrocline	érythromycine
9	Fluconazole	Fluconazole	fluconazole
10	Glc 5%	Glucose 5%	glucose
11	Glc 7.5%	Glucose 7.5%	glucose
12	Glc 10%	Glucose 10%	glucose
13	Glc 12.5%	Glucose 12.5%	glucose
14	Glc 15% VVC	Glucose 15% VVC	glucose
15	GS 2:1	Glucosalin 2:1	glucose, sodium chlorure
16	GS 3:1.5	Glucosalin 3:1.5	glucose, sodium chlorure
17	Imipeneme	Tienam	imipénème/cilastatine
18	Kiovig	Kiovig	immunoglobulines
19	Lipides	Lipofundin	lipides MCT/LCT
20	Metronidazol	Flagyl	metronidazole
21	Mycophenolate	Cellcept	mycophénolate mofétil
22	NaCl 0.9%	NaCl 0.9%	sodium chlorure
23	NaCl 0.45%	NaCl 0.45%	sodium chlorure
24	NTP (nutri)	NTP (nutrition)	nutrition ph'cie
25	NutriflexVVC	Nutriflex lipid special VVC	nutrition prêt emploi VVC
26	Oliclinomel	Oliclinomel 2.2% VVP	nutrition prêt emploi VVP
27	Paracetamol	Perfalgan	paracétamol
28	Propofol 1%	Disoprivan	propofol
29	PFC	PFC	plasma frais congelé
30	Phosphate Na	Phosphate Na	phosphate de sodium
31	Redimune	Redimune	immunoglobulines
32	Sang	Sang	sang

## ANNEXE 6 : COMPARAISON DE LA BIBLIOTHÈQUE AVEC LES CONCENTRATIONS STANDARD DE LA LITTÉRATURE

Tableau 19 : détail des données de la comparaison avec les concentrations standard de la littérature [10 ; 37]

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]						
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4			
Ac. tranexamique	CYKLOKAPRON®	C : mg/ml	0.80														
		D : mg/kg/h	10.0	2.00	-	-	-	-	-	-	5	10	25	50			
			100														
Aciclovir	ACYCLOVIR MEPHA®	C : mg/ml	0.50	5.00			5										
		D : mg/kg/h	5.00	10.0	-	-	7	2.5	-	-	-	-	-	-			
			25.0	20.0			7										
Adrénaline	ADRENALINE®	C : µg/ml	2.00	0.01	10.0												
		D : µg/kg/min	64.0	0.20	10.0	en 5s	-		0.1-1	10.0-30.0	-	-	8	64	-	-	
		B : µg/kg	999	2.00	100			64									
Alprostadil (pr canal artériel)	PROSTIN VR®	C : µg/ml	2.00	0.01													
		D : µg/kg/min	10.0	0.05	-	-	10	0.1	-	0.05-0.1	-	-	-	-			
		I : µg/kg/min	30.0	0.40			20										
Alprostadil (pr greffe hépatique)	PROSTIN VR®	C : µg/ml	0.10	0.20													
		D : µg/kg/h	1.00	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			500	0.60													
Amiodarone	CORDARONE®	C : mg/ml	0.10	5.00													
		D : µg/kg/min	2.00	10.0	-	5.00	en 30'	2 si IVP	7	7-15	-	5	en 30-60'	2	6	-	-
		I : mg/kg	30.0	15.0													
Amoxicilline	CLAMOXYL®	C : mg/ml	1.00	10.0													
		D : mg/kg/h	50.0	50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			100	100													
Amphotéricine B1 (=micellaire)	FUNGIZONE®	C : mg/ml	0.10	0.01			0.05										
		D : mg/kg/h	0.10	0.04	-	-	0.1	0.08-0.5	-	-	-	-	-	-			
			0.40	0.25			0.1										
Amphotéricine B2 (=liposomale)	AMBISOME®	C : mg/ml	0.20	1.00			1										
		D : mg/kg/h	1.00	3.00	-	-	2	2.5-3.5	-	-	-	-	-	-			
			2.00	5.00			5										
Azathioprine	IMUREK®	C : mg/ml	0.13	1.00	1.00												
		D : mg/kg/h	2.50	3.00	3.00	en 3'	-	-	-	-	-	-	-				
		B : mg/kg	10.0	5.00	5.00												

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]					
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4		
Bicarbonate de sodium	NABIC®	C : mmol/ml	0.10	0.25	0.50											
		D : mmol/kg/h	0.50	0.50	1.00	en 2'	-		2-4	-	-	-	-	-		
		B : mmol/kg	1.00	1.00	2.00											
Céfazoline	KEFZOL®	C : mg/ml	2.00	0.40				20								
		D : mg/kg/min	20.0	0.80	25.0	en 5'	-	100	5	-	-	-	-	-		
		B : mg/kg	100	2.50				125								
Ceftazidime	FORTAM®	C : mg/ml	1.00	0.33	10.0			25								
		D : mg/kg/min	40.0	1.00	30.0	en 5'	-	50	1	-	-	-	-	-		
			180	1.67	50.0			100								
Ceftriaxone	CEFTRIAXONE®	C : mg/ml	0.01	0.30	20.0		50.0	20								
		D : mg/kg/min	40.0	0.70	20.0	en 5'	80.0	en 30'	40	1.6-2.6	-	100	en 30'	-	-	-
		B et I : mg/kg	100	1.70	50.0		100		40							
Cefuroxime	CEFUROXIME®	C : mg/ml	1.00	0.30	10.0											
		D : mg/kg/min	30.0	1.00	10.0	en 5'	-		-	-	-	-	-	-		
		B : mg/kg	137	4.00	60.0											
Clémastine	TAVEGYL®	C : mg/ml	0.01	0.01												
		D : mg/kg/h	0.20	0.04		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			1.00	0.12												
Clonidine	CATAPRESAN®	C : µg/ml	0.17	0.50												
		D : µg/kg/h	15.0	0.50		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			150	2.00												
Chlorure de sodium	NaCl	C : mg/ml	4.50	0.01												
		D : ml/h	9.00	1.00		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			9.00	150												
	NaCl Y	C : mmol/ml	0.10	0.01												
		D : mmol/kg/24h	0.50	1.00		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			0.50	10.0												
Cotrimoxazole	BACTRIM®	C : mg/ml	0.36	2.00												
		D : mg/kg/h	3.80	5.00		-	-	-	-	-	-	-	-			
			16.0	20.0												
Cyclosporine	SANDIMMUN®	C : mg/ml	0.10	1.00												
		D : mg/kg/24h	2.50	2.00		-	-	-	-	-	-	-	-			
			16.0	4.00												

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]				
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4	
Dobutamine	DOBUTAMIN®	C : mg/ml D : µg/kg/min	0.10	1.00											
			4.00	5.00	-	-	0.5-4	2-25	-	-	1	4	-	-	
			5.00	40.0											
Dopamine	DOPAMINE®	C : mg/ml D : µg/kg/min	0.10	1.00											
			5.00	5.00	Oui	-	0.5-3.2	2-20	-	-	0.8	3.2	-	-	
			30.0	20.0											
Erythromycine	ERYTHROCINE®	C : mg/ml D : mg/kg/h	1.00	5.00											
			5.00	12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			10.0	25.0											
Esmolol	BREVIBLOC®	C : mg/ml D : µg/kg/min I : µg/kg	0.10	50.0											
			10.0	100	-	500 en 4'	10	200	-	-	10	-	-	-	
			10.0	200			10	300							
Esomeprazole	NEXIUM®	C : mg/ml D : mg/kg/min B : mg/kg	0.01	0.01	0.50										
			4.00	0.03	1.00 en 3'	-	-	-	-	-	-	-	-		
			8.00	0.07	2.00										
Fentanyl	SINTENYL®	C : µg/ml D : µg/kg/h B : µg/kg	0.35	1.00	1.00										
			10.0	2.00	5.00 en 2'	-	5	1-5	-	-	10	50	-	-	
			50.0	5.00	15.0		50								
Flucloxacilline sodique	FLOXAPEN®	C : mg/ml D : mg/kg/h	25.0	10.0											
			50.0	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			100	100											
Fluconazole	DIFLUCAN®	C : mg/ml D : mg/kg/min I : mg/kg	0.10	0.10		3.00									
			2.00	0.20	-	6.00 en 30'	2	0.2	-	12	-	-	-		
			2.00	0.40		12.0									
Furosémide	LASIX®	C : mg/ml D : mg/kg/h B : mg/kg	0.03	0.05	0.50										
			2.00	0.20	1.00 en 3'	-	2	12-24	-	-	1	10	-	-	
			10.0	2.00	4.00										
Ganciclovir	CYMEVENE®	C : mg/ml D : mg/kg/h		1.25											
			10.0	5.00	-	-	5	6	-	-	-	-	-		
				5.00			10								
Gentamicine	GARAMYCINE®	C : mg/ml D : mg/kg/24h B : mg/kg	0.20	2.50	1.00										
			10.0	4.00	3.00 en 5'	-	2	8	-	-	-	-			
			10.0	12.0	5.00		10	9	-	-	-	-			
Gluconate de calcium	CALCIUM-SANDOZ®	C : mmol/ml D : mmol/kg/h	0.01	0.01											
			0.05	0.30	-	-	0.23	0.019	100-200	en 10-30'	-	-	-		
			0.23	0.60				2.7							

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]				
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4	
Glucose	Glucose	C : mg/ml	50.0	0.01											
		D : mg/kg/min	150	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			500	25.0											
Glucosalin	Glucose + NaCl	C : mg/ml		1.00											
		D : mg/kg/24h	33.0	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				200											
Héparine	LIQUEMINE®	C : U/ml		1.00											
		D : U/kg/h	50.0	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		B et I : U/kg		200											
Héparine	LIQUEMINE®		0.50	0.05	50.0		50.0		0.5-1		-				
			100	0.50	50.0	en 10s	50.0	en 10s							
			500	10.0	75.0		75.0								
			500	1.00	50.0		50.0					50	100	-	-
			1000	10.0	50.0	en 10s	50.0	en 10s		28	-	75	en bolus		
Imipénème-cilastatine	TIENAM®	C : mg/ml	2.00	15.0				2.5							
		D : mg/kg/h	5.00	20.0	-	-	-	5	40-50	-	-	-	-		
			7.00	25.0				5							
Indométacine	INDOCID®	C : mg/ml	0.01	0.10				0.5	0.2						
		D : mg/kg/h	0.10	0.20	-	-	-	0.5		-	-	-	-		
			0.50	0.50				1	0.5						
Inositol	INOSITOL	C : mg/ml	1.00	40.0											
		D : mg/kg/h	1.00	40.0	-	-	-			-	-	-	-		
			50.0	80.0											
Insuline (rapide)	ACTRAPID® HM	C : U/ml		0.01	0.10			0.2							
		D : U/kg/h	1.00	0.05	0.15	en 1'	-	1	0.01-0.1 (continu)	-	-	0.1	1	-	-
		B : U/kg		0.10	0.20			5							
Isoprénaline (=isoproterenol)	ISUPREL®	C : µg/ml	3.00	0.02					0.05						
		D : µg/kg/min	4.00	0.50	-	-	-		0.5	-	-	8	64	-	-
			100	1.00				20	2						
Kétamine	KETALAR®	C : mg/ml	0.02	0.25											
		D : µg/kg/min	0.20	4.00	-	-	-			-	-	10	100	-	-
			10.0	20.0											

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]							
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4				
Labétalol	TRANDATE®	C : mg/ml	0.10	0.40														
		D : mg/kg/h	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			5.00	4.00														
Levosimendan	SIMDAX®	C : mg/ml	0.02	0.10														
		D : µg/kg/min	0.02	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			0.05	0.30														
Lidocaïne	LIDOCAINE®	C : mg/ml	0.01	10.0	0.50													
		D : µg/kg/min	2.00	20.0	0.50	en 5'	-	1	10-50 mg !!!	-	0.5- 1	en 5'	4	8	-	-		
		B et I : mg/kg	10.0	50.0	1.00			4										
Lipides MCT/LCT	LIPOFUNDIN®	C : mg/ml		0.10														
		D : g/kg/24h	200	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
				4.00														
Méopèem	MERONEM®	C : mg/ml	1.00	1.00			25	40										
		D : mg/kg/h	1.00	40.0	-	-	50		-	-	-	-	-	-				
			20.0	80.0			50	80										
Méthylprednisolone	SOLUMEDROL®	C : mg/ml	0.10	0.30														
		D : mg/kg/h	2.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			125	60.0														
Métronidazole	METRONIDAZOLE®	C : mg/ml	1.00	7.50														
		D : mg/kg/h	5.00	15.0	-	-	5	7.5	-	15	en 1h	-	-	-	-			
		I : mg/kg	5.00	30.0														
Midazolam	DORMICUM®	C : mg/ml	0.06	0.01	0.05			0.5										
		D : mg/kg/h	0.50	0.05	0.10	en 5'	-	0.5	0.01- 0.06	0.05- 0.15	en 5'	-	1	5	-	-		
		B : mg/kg	5.00	0.30	0.20			1										
Milrinone	COROTROP®	C : mg/ml	0.01	0.10			0.05	0.2										
		D : µg/kg/min	0.20	0.50	-	-	0.2	0.5	-	75	en 1h	0.2	0.4	-	-			
		I : µg/kg	1.00	0.75			0.2	0.75										
Morphine (pr poids <1kg)	MORPHINE® HCL	C : µg/ml	5.00	1.00	10.0		25.0		0.1									
		D : µg/kg/h	10.0	20.0	50.0	en 5'	50.0	en 1h	0.4	10-20	50- 200	en 5'	100- 150	en 1h	1	-	-	-
		B et I : µg/kg	80.0	40.0	100		150		5									
Morphine (dès 1kg)	MORPHINE® HCL	C : mg/ml	0.01	1.00	10.0		25.0		0.1									
		D : µg/kg/h	1.00	20.0	50.0	en 5'	50.0	en 1h	0.4	10-20	50- 200	en 5'	100- 150	en 1h	1	-	-	-
		B et I : µg/kg	5.00	40.0	100		150		5									

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]				
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4	
Nalbuphine	NALBUPHINE®	C : mg/ml	0.02	0.03	100										
		D : mg/kg/h	0.50	0.05	300 en 5'	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B : µg/kg	5.00	0.20	500										
Nifédipine	ADALAT®	C : µg/ml	8.00	0.50											
		D : µg/kg/min	30.0	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			100	1.00											
Nitroprussiate de sodium	NIPRUSS®	C : mg/ml	0.02	0.10			0.2								
		D : µg/kg/min	0.20	0.50	-	-	0.5	< 2	10	pdt 10'	0.25-0.5	0.4	1	-	-
		B et I: µg/kg/min	6.00	10.0			2								
Noradrénaline	NORADRENALINE®	C : µg/ml	2.00	0.01											
		D : µg/kg/min	16.0	0.10	Oui	-	-	-	-	-	8	64	-	-	
			999	0.50											
NTP		C : mg/ml	0.60	0.04											
		D : mg/kg/min	100	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			300	15.0											
Nutriflex	NUTRIFLEX®	C : mg/ml		79.0											
		D : ml/h	144	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				105											
OliClinomel	OLICLINOMEL®	C : mg/ml	80.0	84.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		D : ml/h													
Paracétamol (=acetaminophen)	PERFALGAN®	C : mg/ml	10.0												
		D : mg/kg/min	10.0	1.00	15.0 en 15'	-	-	-	-	-	-	-	-		
		I : mg/kg	20.0												
Phénobarbital	GARDENAL®	C : mg/ml	1.30	0.10	2.50	15.0									
		D : mg/kg/min	15.0	1.00	2.50 en 5'	15.0 en 5'	0.6-0.8	-	20	en 10-15'	-	-	-	-	
		B et I : mg/kg	20.0	2.00	5.00	20.0			40						
Phénytoïne	PHENHYDAN®	C : mg/ml	1.00	0.50		10.0			0.8-1.6						
		D : mg/kg/min	5.00	0.50	-	15.0 En 30'				15-20 en 30'	-	-	-	-	
		I : mg/kg	50.0	1.00		25.0			0.5						
Potassium chlorure	KCl	C : mmol/ml	0.10	0.01											
		D : mmol/kg/24h	0.50	1.00	-	-	40	0.02-0.04	-	-	0.2	1	-	-	
			0.50	10.00			80								

DCI	Nom de marque	Unités	Données USI				Données Neofax [37]				Données Larsen [10]			
			Conc	Débit	Bolus	Charge	Conc	Débit	Bolus	Charge	C1	C2	C3	C4
Propofol	DISOPRIVAN®	C : mg/ml	10.0	1.00	0.50									
		D : mg/kg/h	10.0	9.00	1.00	en 5'	-	-	-	-	10	-	-	-
		B : mg/kg	20.0	15.0	2.50									
Quinine	QUININE	C : mg/ml	1.00	1.25										
		D : mg/kg/h	2.00	2.50	-	20.0	en 1h	-	-	-	-	-	-	-
		I : mg/kg	30.0	5.00										
Rifampicine (=rifampin)	RIMACTAN®	C : mg/ml	1.20	1.00				3	10					
		D : mg/kg/h	1.20	20.0	-	-		3	20	-	-	-	-	-
			6.00	40.0				6						
Salbutamol (=albuterol)	VENTOLIN®	C : mg/ml	0.01	1.00										
		D : µg/kg/min	0.05	2.00	4.00	en 5'	-	-	-	-	-	-	-	-
		B : µg/kg	1.00	10.0										
Nitroglycérine	PERLINGANit®	C : mg/ml	0.02	1.00										
		D : µg/kg/min	0.10	5.00	-	-		-	-	-	-	-	-	-
			1.00	10.0										
Urokinase	UROKINASE®	C : kU/ml	2.00	1.00	2.50									
		D : kU/kg/h	10.0	2.00	4.50	en 10s	-	-	-	-	-	-	-	-
		B : kU	50.0	4.50	4.50									
Vancomycine	VANCOMYCINE HUG seringue et VANCOCIN® amp.	C : mg/m	2.00	6.25				2.5						
		D : mg/kg/h	5.00	10.0	-	-		5	10-15	-	-	-	-	-
			10.0	15.0				5						
Voriconazole	VFEND®	C : mg/ml	0.50	0.10										
		D : mg/kg/h	2.00	1.00	-	-		-	-	-	-	-	-	-
			5.00	3.00										

## ANNEXE 7 : DÉTAILS DES RÉSULTATS DU COMPTAGE PARTICULAIRE

Tableau 20 : nombre de particules par tube de 4 ml

Échantillon	Mesure à t = 45 min		Mesure à t = 24h	
	Particules > 10µm	Particules > 25 µm	Particules > 10µm	Particules > 25 µm
2 kg SM	0	0	0	0
2 kg M	22.4	0	0	0
3 kg SM	142.4	0	4.4	0
3 kg M	71.2	0	0	0
4 kg SM	88.8	4.4	0	0
4 kg M	48.8	0	0	0

SM = sans mélange ; M = mélange

## ANNEXE 8 : DÉTAIL DES RÉSULTATS DE LA MESURE DU PH

Tableau 21 : résultats de la mesure du pH avant et après mélange du furosémide et du midazolam

Poids [kg]	Avant mélange		Après mélange			
	Furosémide	Midazolam	t = 1h SM	t = 1h M	t = 24h SM	t = 24h M
2	5.96	3.62	4.17	4.16	4.16	4.17
3	6.38	3.46	4.07	4.06	4.06	4.02
4	6.52	3.45	3.96	3.99	3.95	4.01
5	6.63	3.40	3.95	3.90	3.96	3.96
10	7.65	3.28	3.94	3.88	3.88	3.90
15	8.11	3.22	3.77	3.77	3.87	3.76
20	8.30	3.17	3.63	3.68	3.64	3.65

SM = sans mélange ; M = mélange

## ANNEXE 9 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET AVEC UN FILTRE PALL (NACL 0.9%)

Tableau 22 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet et un filtre PALL

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	25	0	7	0	4
1	40	1	11	1	15
2	60	2	18	2	23
3	80	3	24	3	60
4	80	4	40	4	80
5	80	5	60	5	80
10	90	10	100	10	100
15	100	15	110	15	100
20	110	20	110	20	110
25	110	25	110	25	110
30	110	30	110	30	110
31	150	31	140	31	150
32	170	32	160	32	170
33	180	33	160	33	180
34	180	34	170	34	190
35	180	35	170	35	190
40	190	40	170	40	190
45	190	45	180	45	190
50	190	50	180	50	190
55	190	55	180	55	190
60	180	60	180	60	190
61	230	61	220	61	230
62	240	62	240	62	240
63	250	63	240	62.17	250
64	250	64	240	63	250
65	260	64.08	250	64	260
70	260	65	250	65	260
75	260	70	250	70	260
80	250	75	240	75	260
85	250	80	240	80	260
90	250	85	250	85	260
90.25	260	90	250	90	250
90.5	280	91	290	90.25	260
90.75	280	91.25	300	90.5	280
91	290			90.75	280
91.25	290			91	290
91.28	300			91.25	290
				91.28	300

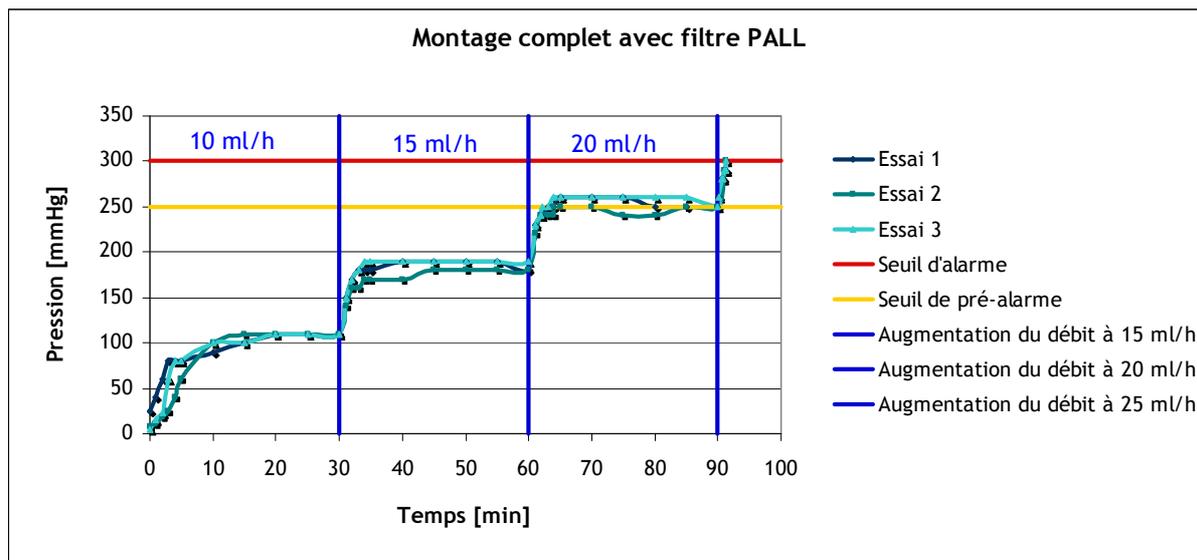


Figure 14 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 23 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit	10 ml/h				15ml/h				20 ml/h			
	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min	65 min	70 min	75 min	90 min
Temps	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min	65 min	70 min	75 min	90 min
Moyenne	73.33	96.67	103.33	110	180	183.33	186.67	183.33	256.67	256.67	253.33	250
Ecart-type	11.55	5.77	5.77	0	10	11.55	5.77	5.77	5.77	5.77	11.55	0
CV	16%	6%	6%	0%	6%	6%	3%	3%	2%	2%	5%	0%
Intervalle de conf.	28.69	14.34	14.34	0	24.84	28.69	14.34	14.34	14.34	14.34	28.69	0

## ANNEXE 10 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET AVEC UN FILTRE CODAN (NaCl 0.9%)

Tableau 24 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet et un filtre CODAN

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	24	0	24	0	14
1	90	1	90	1	19
2	110	2	120	2	23
3	130	3	140	3	40
4	140	4	150	4	60
5	150	5	160	5	70
10	170	10	180	10	100
15	180	15	180	15	110
20	180	20	190	20	120
25	170	25	190	25	130
30	170	30	190	30	130
31	210	31	210	31	160
32	230	32	220	32	170
33	240	33	230	33	190
34	250	34	240	34	200
35	250	35	250	35	200
40	260	40	250	40	220
45	270	45	250	45	230
50	270	50	250	50	230
55	270	55	260	55	230
60	270	60	260	60	230
60.67	300	60.25	270	60.37	250
		60.5	280	61	270
		60.75	280	61.5	280
		61	290	62	280
		61.25	290	62.5	290
		61.45	300	62.7	300

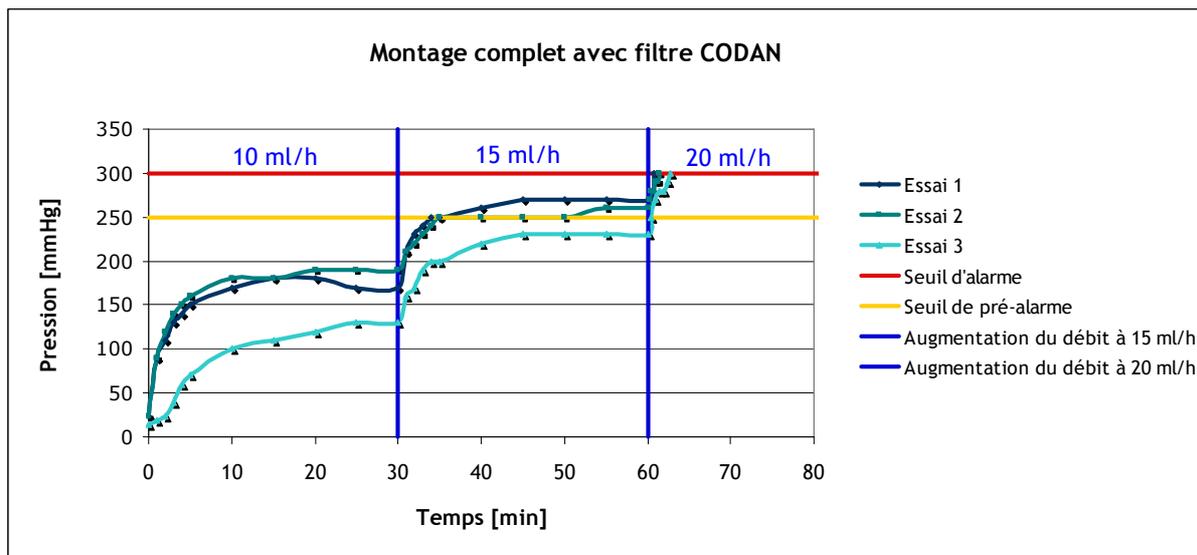


Figure 15 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 25 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit	10 ml/h				15ml/h			
	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min
Moyenne	126.67	150	156.67	163.33	233.33	243.33	250	253.33
Ecart-type	49.33	43.59	40.41	30.55	28.87	20.82	20	20.82
CV	39%	29%	26%	19%	12%	9%	8%	8%
Intervalle de conf.	122.55	108.29	100.40	75.90	71.72	51.72	49.69	51.72

## ANNEXE 11 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET SANS FILTRE (NaCl 0.9%)

Tableau 26 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet sans filtre

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	16	0	13	0	8
1	24	1	30	1	23
2	50	2	60	2	50
3	70	3	80	3	70
4	90	4	90	4	90
5	100	5	100	5	100
10	110	10	110	10	140
15	130	15	120	15	160
20	140	20	120	20	170
25	140	25	120	25	180
30	140	30	120	30	190
31	180	31	160	31	230
32	210	32	180	31.45	250
33	220	33	190	32	260
34	220	34	190	33	280
35	230	35	190	34	280
40	240	40	200	35	290
45	240	45	200	35.88	300
48.05	250	50	200		
50	240	55	200		
55	240	60	200		
60	250	61	240		
60.25	260	61.08	250		
60.5	270	62	250		
61	290	63	260		
61.23	300	64	270		
		65	270		
		70	270		
		75	260		
		80	270		
		85	270		
		90	270		
		90.25	280		
		90.5	290		
		90.58	300		

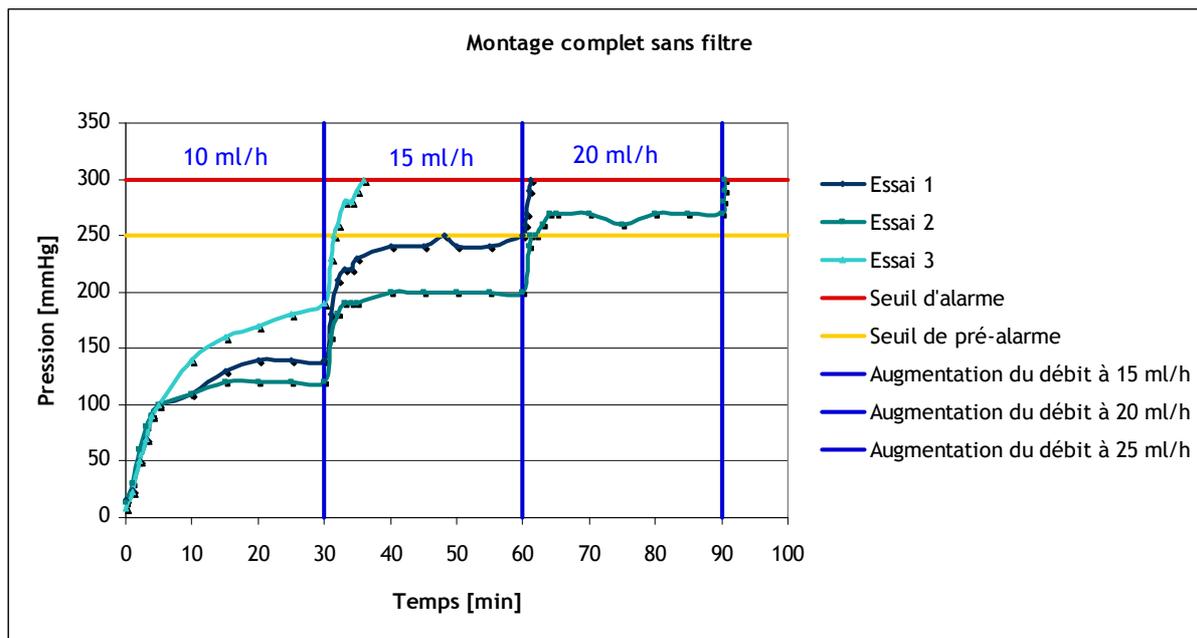


Figure 16 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 27 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit		10 ml/h				15ml/h
Temps		5 min	10 min	15 min	30 min	35 min
Moyenne		100	120	136.67	150	236.67
Ecart-type		0	17.32	20.82	36.06	50.33
CV		0%	14%	15%	24%	21%
Intervalle de conf.		0	43.03	51.72	89.57	125.04

Tableau 28 : numéros de lot du matériel utilisé

	Seringue	Connectub	Rampe	Robinet	Silastic
Essai 1	0802203	7M13219SC5	711072	8039448A75	A8070028
Essai 2	0801209	7M13219SC5	711072	8039448A75	A8070028
Essai 3	0802203	7G06219SC5	711072	8039448A75	A7460005

## ANNEXE 12 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET SANS CONNECTUB AVEC UN FILTRE PALL (NaCl 0.9%)

Tableau 29 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet sans Connectub avec un filtre PALL

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	30	0	0	0	3
1	60	1	6	1	10
2	80	2	10	2	18
3	90	3	17	3	30
4	100	4	21	4	70
5	100	5	25	5	80
10	110	10	70	10	110
15	110	15	90	15	130
20	110	20	100	20	140
25	110	25	110	25	140
30	110	30	120	30	150
31	140	31	150	31	190
32	150	32	170	32	210
33	160	33	180	33	230
34	160	34	190	34	230
35	160	35	190	35	240
40	170	40	210	37.72	250
45	160	45	220	40	240
50	150	50	220	45	240
55	150	55	220	50	240
60	160	60	210	55	250
61	200	61	240	60	260
62	210	61.05	250	60.78	300
63	220	62	260		
64	220	63	270		
65	220	64	270		
70	220	65	270		
75	230	70	270		
80	230	75	280		
85	240	80	280		
90	240	85	280		
90.25	250	90	280		
91	270	90.12	300		
91.5	280				
92	290				
93	290				
94	290				
95	300				

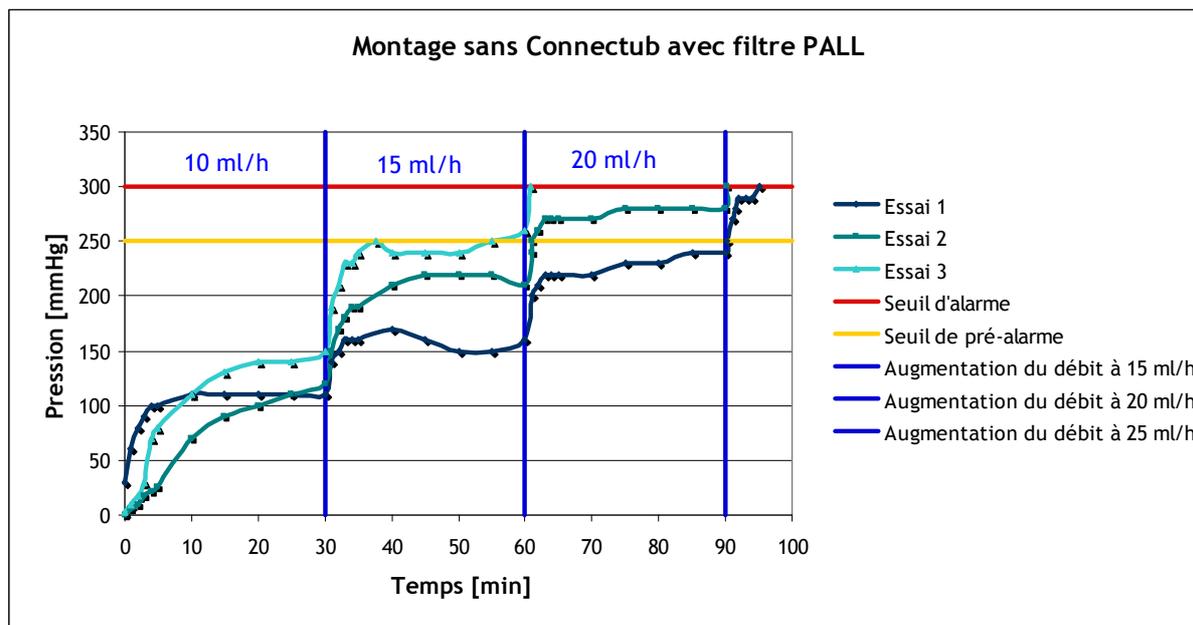


Figure 17 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 30 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit	10 ml/h				15ml/h			
	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min
Moyenne	68.33	96.67	110	126.67	196.67	206.67	206.67	210
Ecart-type	38.84	23.09	20	20.82	40.41	35.12	41.63	50
CV	57%	24%	18%	16%	21%	17%	20%	24%
Intervalle de conf.	96.48	57.37	49.69	51.72	100.40	87.25	103.43	124.22

Tableau 31 : numéros de lot du matériel utilisé

Numéro d'essai	Seringue	Rampe	Robinet	Filtre	Silastic
1	-	-	-	-	-
2	0803210	711072	8039448A75	07-271	A8070028
3	0803210	711072	8039448A75	07-271	A8070028

### ANNEXE 13 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET SANS CONNECTUB AVEC UN FILTRE CODAN (NACL 0.9%)

Tableau 32 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet sans Connectub avec un filtre CODAN

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	6	0	2	0	7
1	16	1	13	1	12
2	23	2	18	2	19
3	40	3	22	3	19
4	60	4	40	4	22
5	70	5	70	5	25
10	100	10	90	10	70
15	110	15	110	15	90
20	120	20	130	20	100
25	130	25	140	25	110
30	130	30	140	30	110
31	160	31	170	31	140
32	180	32	190	32	160
33	190	33	200	33	170
34	200	34	210	34	180
35	200	35	220	35	180
40	210	40	230	40	190
45	220	45	240	45	200
50	220	49.8	250	50	200
55	230	50	250	55	190
60	230	55	240	60	200
60.43	250	60	250	61	220
61	260	60.5	270	62.22	250
62	280	61	290	65	270
63	290	61.25	300	70	270
63.48	300			75	280
				80	280
				85	280
				90	270
				90.5	290
				90.75	300

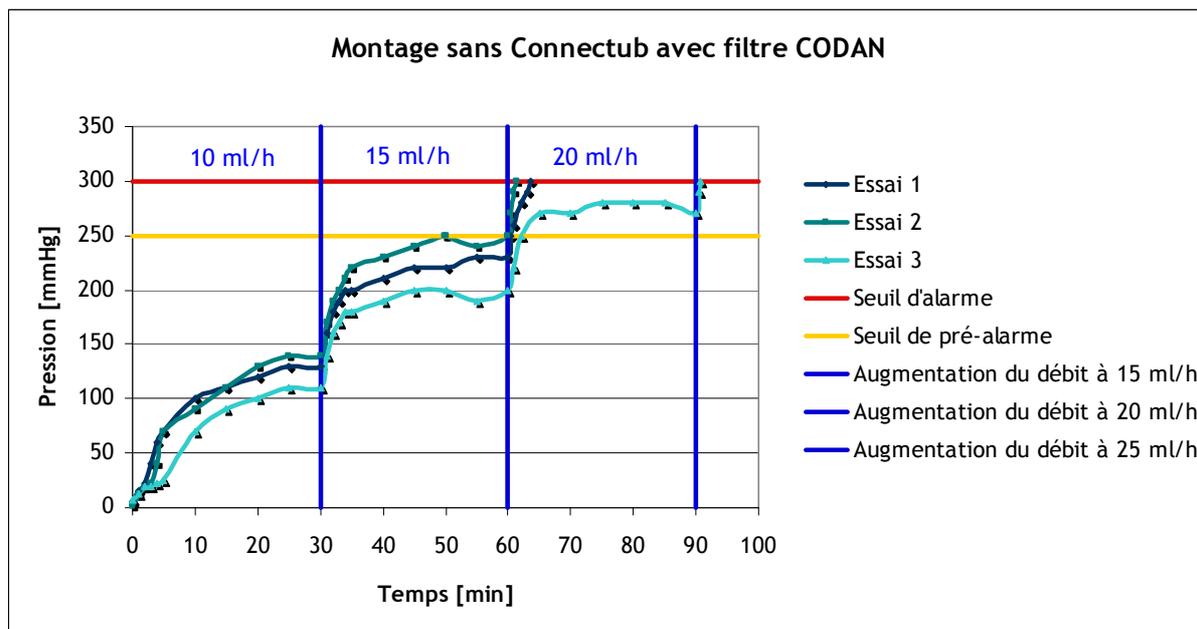


Figure 18 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 33 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

	Débit 10 ml/h				Débit 15 ml/h			
	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min
Moyenne	55	86.67	103.33	126.67	200	210	220	226.67
Ecart-type	25.98	15.28	11.55	15.28	20	20	20	25.17
CV	47%	18%	11%	12%	10%	10%	9%	11%
Intervalle de conf.	64.55	37.95	28.69	37.95	49.69	49.69	49.69	62.52

Tableau 34 : numéros de lot du matériel utilisé

	Seringue	Rampe	Robinet	Codan	Silastic
Essai 1	0802203	711072	7142591B75	E71234-1	A8070028
Essai 2	0802203	711072	7142591B75	E71234-1	A8070028
Essai 3	0802203	711072	7142591B75	E71234-1	A8070028

## ANNEXE 14 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPLET SANS CONNECTUB NI FILTRE (NaCl 0.9%)

Tableau 35 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage complet sans Connectub ni filtre

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	0	0	7	0	1
1	8	1	13	1	6
2	16	2	24	2	9
3	22	3	60	3	20
4	25	4	80	4	70
5	40	5	90	5	90
10	60	10	110	10	180
15	80	15	120	15	190
20	100	20	120	20	200
25	110	25	130	25	200
30	120	30	130	30	210
31	150	31	160	31	240
32	170	32	180	31.05	250
33	180	33	190	32	270
34	190	34	200	33	280
35	200	35	200	34	290
40	210	40	210	35	280
45	220	45	210	37.67	300
50	230	50	210		
55	230	55	210		
60	230	60	220		
60.23	250	61	240		
61	260	61.45	250		
62	280	62	260		
63	290	63	280		
64	290	64	280		
65	290	65	280		
66.98	300	70	280		
		75	290		
		80	280		
		85	290		
		90	290		
		90.08	300		

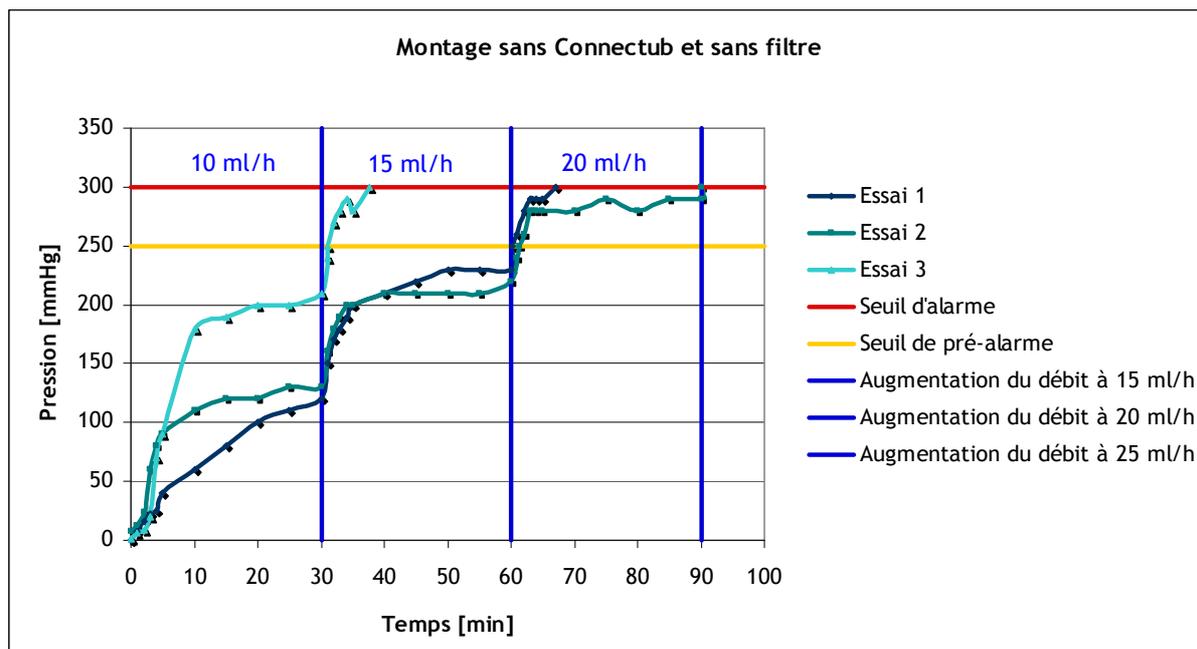


Figure 19 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 36 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit	10 ml/h				15ml/h
Temps	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min
Moyenne	73.33	116.67	130	153.33	226.67
Ecart-type	28.87	60.28	55.68	49.33	46.19
CV	39%	52%	43%	32%	20%
Intervalle de conf.	71.72	149.75	138.32	122.55	114.75

Tableau 37 : numéros de lot du matériel utilisé

	Seringue	Rampe	Robinet	Silastic
Essai 1	0802203	711072	8039448A75	A8070028
Essai 2	0802203	711072	8039448A75	A8070028
Essai 3	0802203	711072	8039448A75	A7460005

## ANNEXE 15 : DÉTAIL DES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA DÉTERMINATION DU DÉBIT MAXIMAL DE PERFUSION SUR SILASTIC : MONTAGE COMPOSÉ UNIQUEMENT D'UNE SERINGUE ET D'UN SILASTIC (NaCl 0.9%)

Tableau 38 : détail des pressions mesurées pour les trois essais réalisés avec un montage composé d'une seringue et d'un Silastic

Essai 1		Essai 2		Essai 3	
Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]	Temps [min]	Pression [mmHg]
0	24	0	1	0	15
1	60	1	4	1	25
2	80	2	10	2	50
3	80	3	18	3	60
4	90	4	25	4	70
5	90	5	40	5	90
10	100	10	80	10	110
15	100	15	90	15	110
20	100	20	100	20	120
25	100	25	110	25	120
30	100	30	120	30	120
31	140	31	160	31	150
32	140	32	180	32	170
33	150	33	190	33	170
34	160	34	190	34	170
35	160	35	190	35	170
40	160	40	190	40	170
45	160	45	200	45	170
50	160	50	200	50	170
55	160	55	200	55	170
60	160	60	200	60	170
61	190	61	250	61	200
62	210	62	250	62	210
63	220	63	270	63	220
64	220	64	270	64	220
65	220	65	280	65	220
70	220	70	280	70	220
75	220	75	270	75	230
80	220	80	270	80	230
85	210	85	270	85	230
90	210	90	270	90	230
91	240	90.3	290	90.3	250
92	250	90.4	300	91	270
93	250			92	280
94	250			93	290
95	250			94	290
100	250			95	290
105	250			100	290
110	250			105	290
115	250			110	290
120	240			115	290
121	280			118	300
122	300				

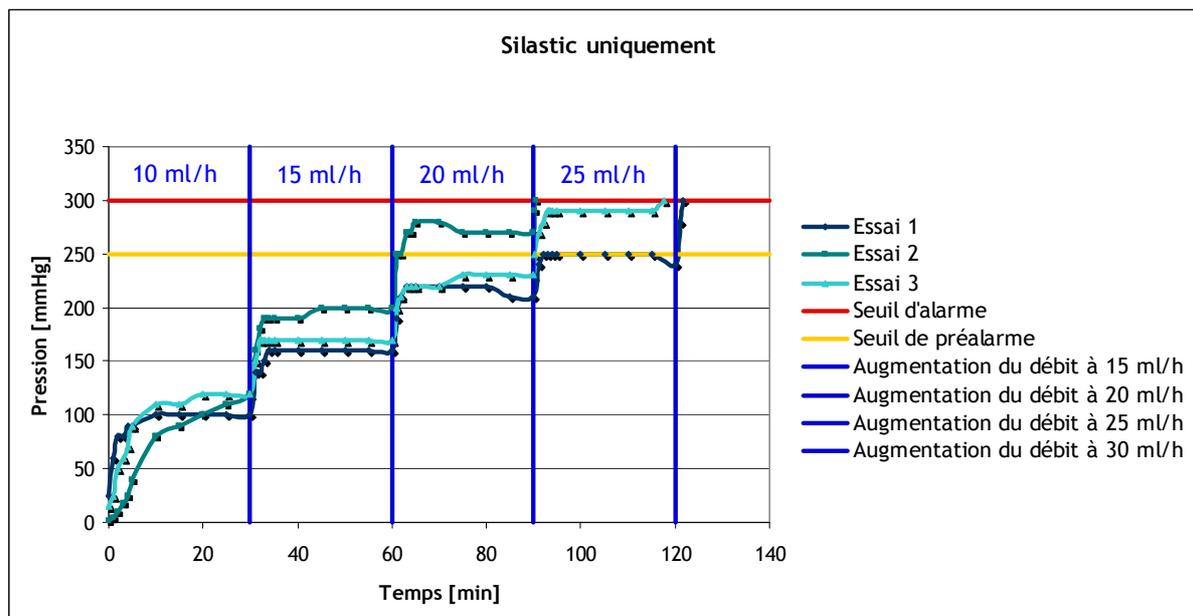


Figure 20 : graphique représentant l'augmentation de la pression [mmHg] en fonction du temps [min] et du débit [ml/h]

Tableau 39 : statistiques effectuées sur les résultats obtenus pour la pression [mmHg]

Débit	10 ml/h				15 ml/h				20 ml/h			
	5 min	10 min	15 min	30 min	35 min	40 min	45 min	60 min	65 min	70 min	75 min	90 min
Moyenne	73.33	96.67	100	113.33	173.33	173.33	176.67	176.67	240	240	240	236.67
Ecart-type	28.87	15.28	10	11.55	15.28	15.28	20.82	20.82	34.64	34.64	26.46	30.55
CV	39%	16%	10%	10%	9%	9%	12%	12%	14%	14%	11%	13%
Intervalle de conf.	71.72	37.95	24.84	28.69	37.95	37.95	51.72	51.72	86.06	86.06	65.73	75.90

Tableau 40 : numéros de lot du matériel utilisé

	Seringue	Silastic
Essai 1	-	-
Essai 2	0801209	A8070028
Essai 3	0710229	A8070028

## ANNEXE 16 : FEUILLE DE RAPPORT D'INCIDENT DE PERFUSION DE TYPE OCCLUSION AUX USI



Pharmacie des HUG - Avril 2008  
 Projet "Analyse des alarmes de perfusion USI"



### Rapport d'incident de perfusion de type occlusion aux USI

Remplir une feuille par incident SVP et **uniquement en cas d'alarme d'occlusion !**

#### Données générales :

Date : ..... Heure de l'incident : .....  
 Initiales du patient : ..... Date de naissance : .....  
 Type de patient :  Cardiaque  Greffé(e) hépatique  Polytraumatisé(e)  Autre : .....  
 Néonatalogie : si oui :  Couveuse  Lit chauffant  Photothérapie

#### Conditions de survenue de l'incident :

Robinet fermé, tubulure clampée : **dans ce cas, ne pas remplir la suite de ce rapport !**  
 Spontané  Soins sur le patient  Autre : .....  
 Agitation du patient  Changement de perfusion  
 Administration d'un bolus ou d'un médicament en IVD : si oui : quel médicament : .....  
 combien de temps avant l'alarme d'occlusion : .....

#### Données techniques :

##### MATERIEL UTILISE CHEZ LE PATIENT

**Pompe**  Volumed 7000  Pousse-seringue DPS  Pompe volumétrique MVP  PGA  
**Tubulure**  Tubulure Codan B88 (sang)  Tubulure Codan L86-P 175 cm  Connectub opaque Braun (noir)  Autre : .....  
 Connectub transparent Braun  BD jaune  Tubulure MS 10 (MVP)

**Seringue**  BD 50 ml  BD 20 ml  BD 10 ml  BD opaque 50 ml  autre : .....

#### LIEU DE L'ALARME D'OCCLUSION

Base intensive (module DPS ou MVP) Médicaments : .....  
 Pompe volumétrique Volumed Médicaments : .....

#### Voies parentérales et médicaments perfusés sur la voie veineuse concernée au moment de l'incident :

Nombre de voies installées totales : .....

*Veillez svp indiquer tous les médicaments et perfusions coulant sur le même cathéter et s'il possède plusieurs lumières, ce qui coule dans toutes les lumières. Veillez aussi noter les PGA branchés sur la voie et si des IVD ont été effectués.*

*Si une nutrition parentérale préparée par la pharmacie coule, veuillez svp indiquer le numéro d'APT (APT / 08 - ...) se trouvant sur l'étiquette de la poche.*

VVP	Date de la pose :			
Médicament	Concentration	Solvant	Concentration	Débit

VWC	Type :	Date de la pose :			Si plusieurs lumières	
Médicament	Concentration	Solvant	Concentration	Débit	Proximale	Distale
	<input type="checkbox"/> Cook <input type="checkbox"/> Broviac <input type="checkbox"/> Silastic <input type="checkbox"/> Port-à-cath				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A conserver et transmettre à Nathalie Bochaton ou à Amalys Kiener (pharmacie : 6859358)



Pharmacie des HUG - Avril 2008  
 Projet "Analyse des alarmes de perfusion USI"



Cathéter ombilical	Type : <input type="checkbox"/> Artériel <input type="checkbox"/> Veineux		Date de la pose	
Médicament	Concentration	Solvant	Concentration	Débit

PCA	Date de la pose :	Solvant :	Volume :	Débit :
Médicament	Concentration	Médicament	Concentration	

**Conséquences cliniques de l'incident :**

- Aucune       Extravasation  
 Autre événement clinique. Si oui le(s)quel(s):.....  
 .....

**Mesures entreprises :**

- Aucune                       Arrêt médicament                       Changement tubulure  
 Repositionnement seringue       Administration nouveau médicament  
 Rinçage du cathéter avec : .....  
 Autre: .....  
 .....

**MERCI DE VOTRE COLLABORATION !!!**

## ANNEXE 17 : FEUILLE DE RELEVÉ DES DIFFICULTÉS RELATIVES A L'UTILISATION DES BASES INTENSIVES

Département de l'enfant et de l'adolescent  
Service de néonatalogie et de soins intensifs  
CS/NB/20.03.08



### Relevé des difficultés relatives à l'utilisation des Bases intensives

Ce relevé journalier effectué sur 1 semaine nous permettra d'apporter rapidement des réponses à vos difficultés survenant dans votre utilisation journalière des bases intensives.  
**Il est important de relever qu'en cas de difficultés les bases intensives peuvent être utilisées comme les bases A.**

Le : .....

Nom de l'infirmière(e) :

Numéro boxe/ Numéro place : .....

Merci de noter vos difficultés :

Absence d'un médicament dans la bibliothèque

Remarques :

Impossibilité de valider la concentration choisie par rapport au poids de l'enfant

Remarques :

Difficultés ou impossibilité de programmer des bolus

Préciser :

Difficultés ou impossibilité d'utiliser la programmation relais de voies

Préciser :

Difficultés dans la manipulation de la base intensive

Préciser la difficulté :

Autres remarques

Merci de votre collaboration. Pour tous renseignements s'adresser à : ICF - IRUS