

Un circuit de perfusion ... pas si simple que ça ...

(revenons à Newton : un peu de physique...)



ATELIER PRATIQUE « INFIRMIERE »
7 novembre 2014



Professeur Bertrand DEBAENE
Jean Marc PELARDY
Département d'Anesthésie-Réanimation
CHU de Poitiers
b.debaene@chu-poitiers.fr



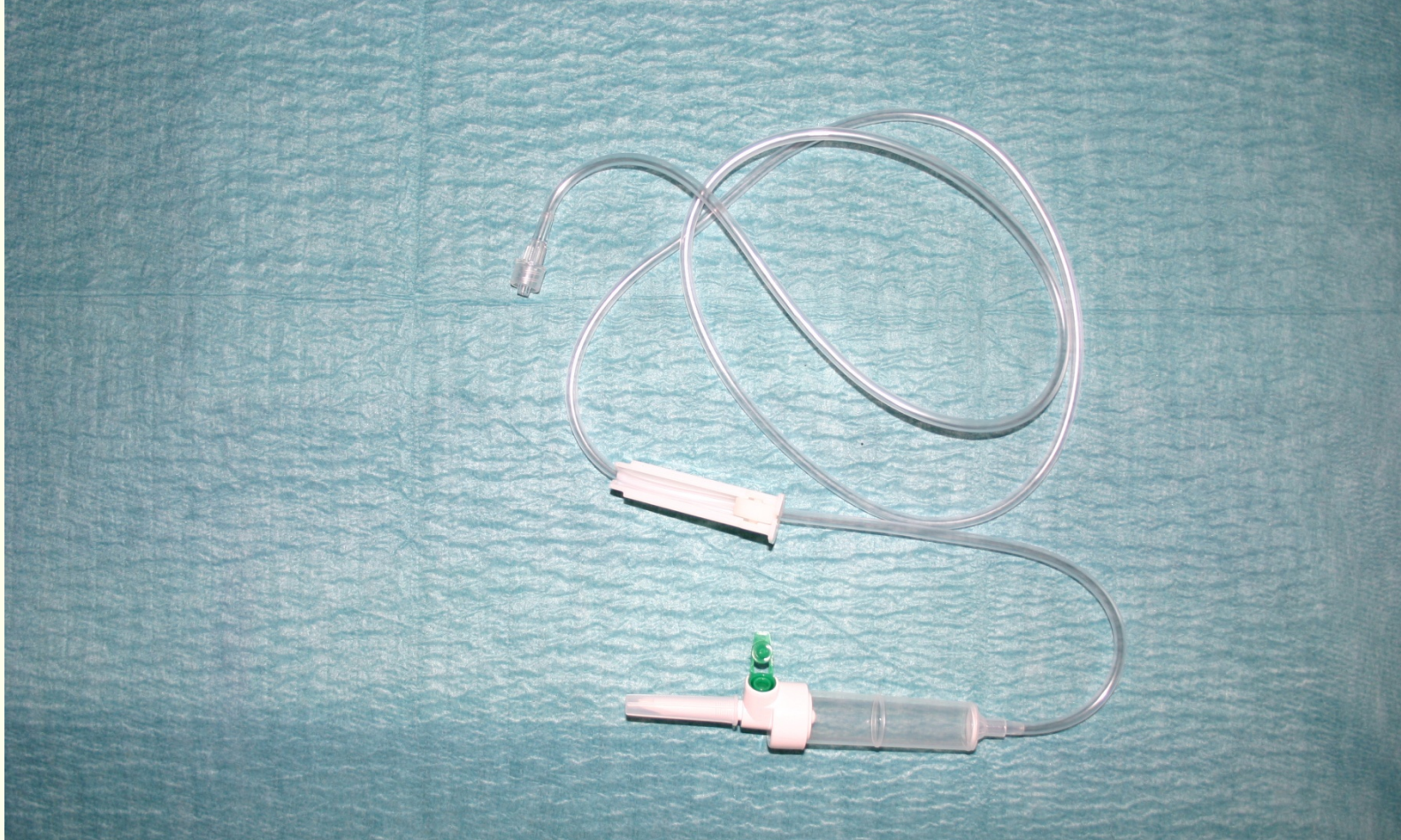
L'auteur n'a pas déclaré
de conflit d'intérêt

Entre la pompe et le patient :

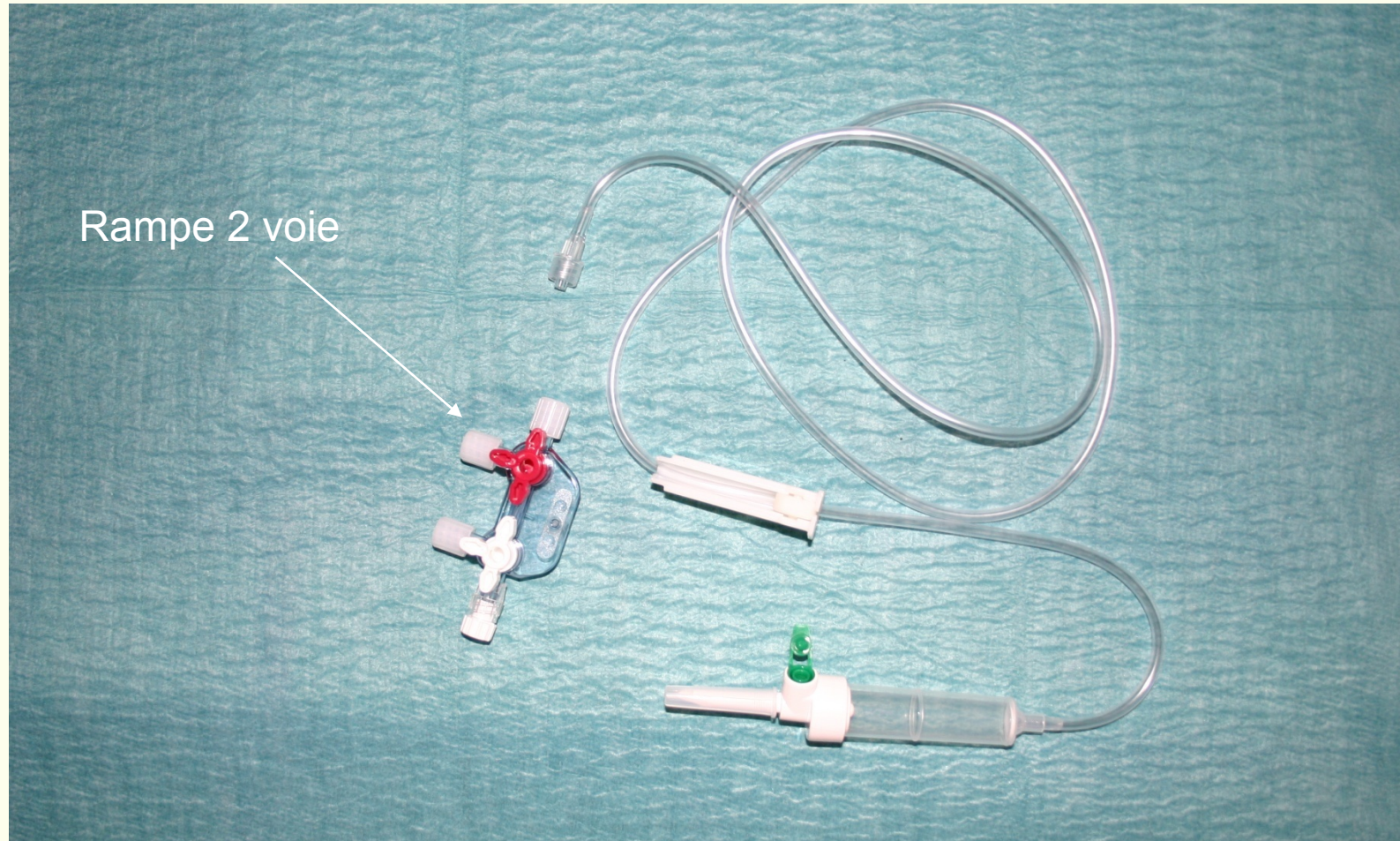


La ligne de perfusion

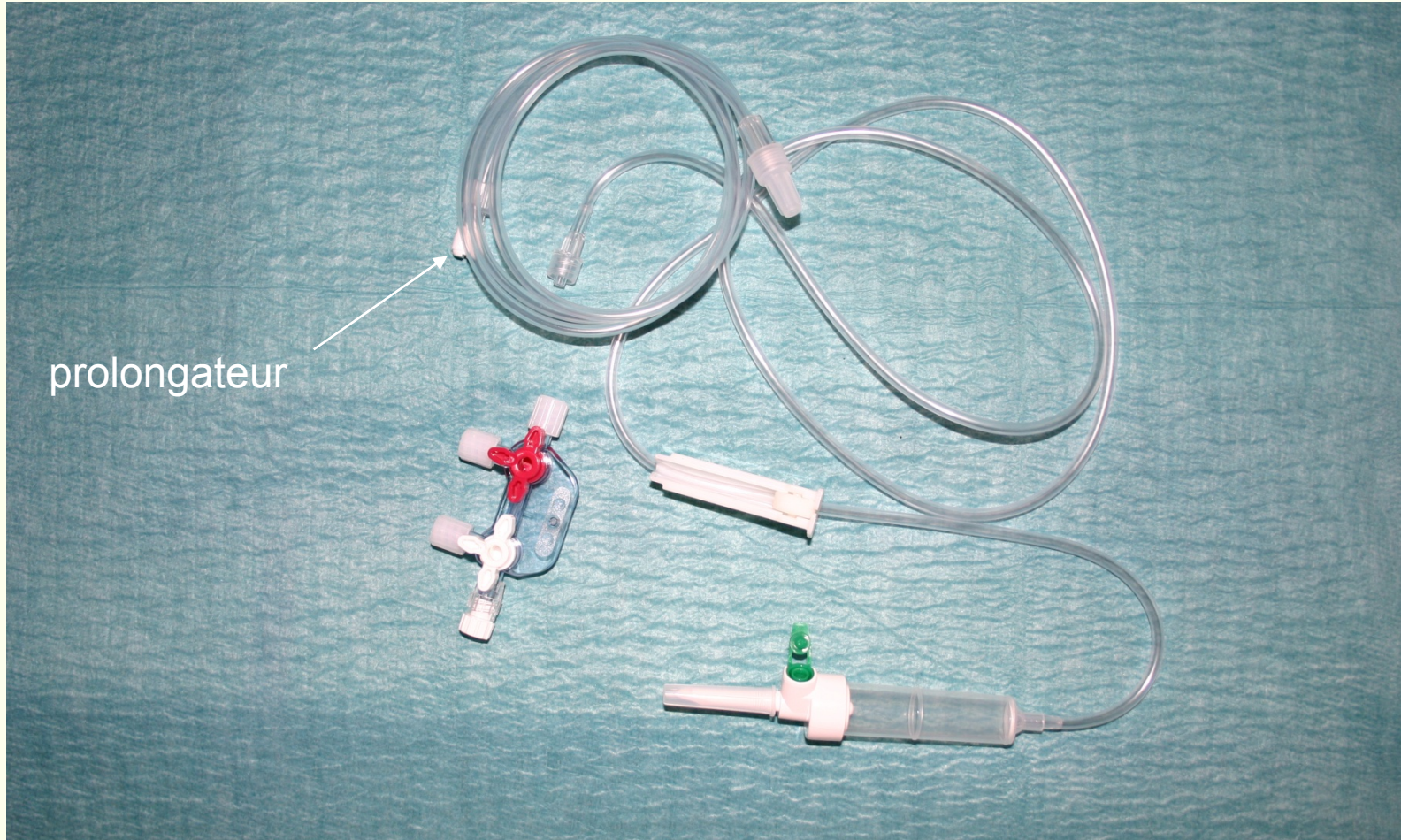
Circuit de perfusion pas si simple !



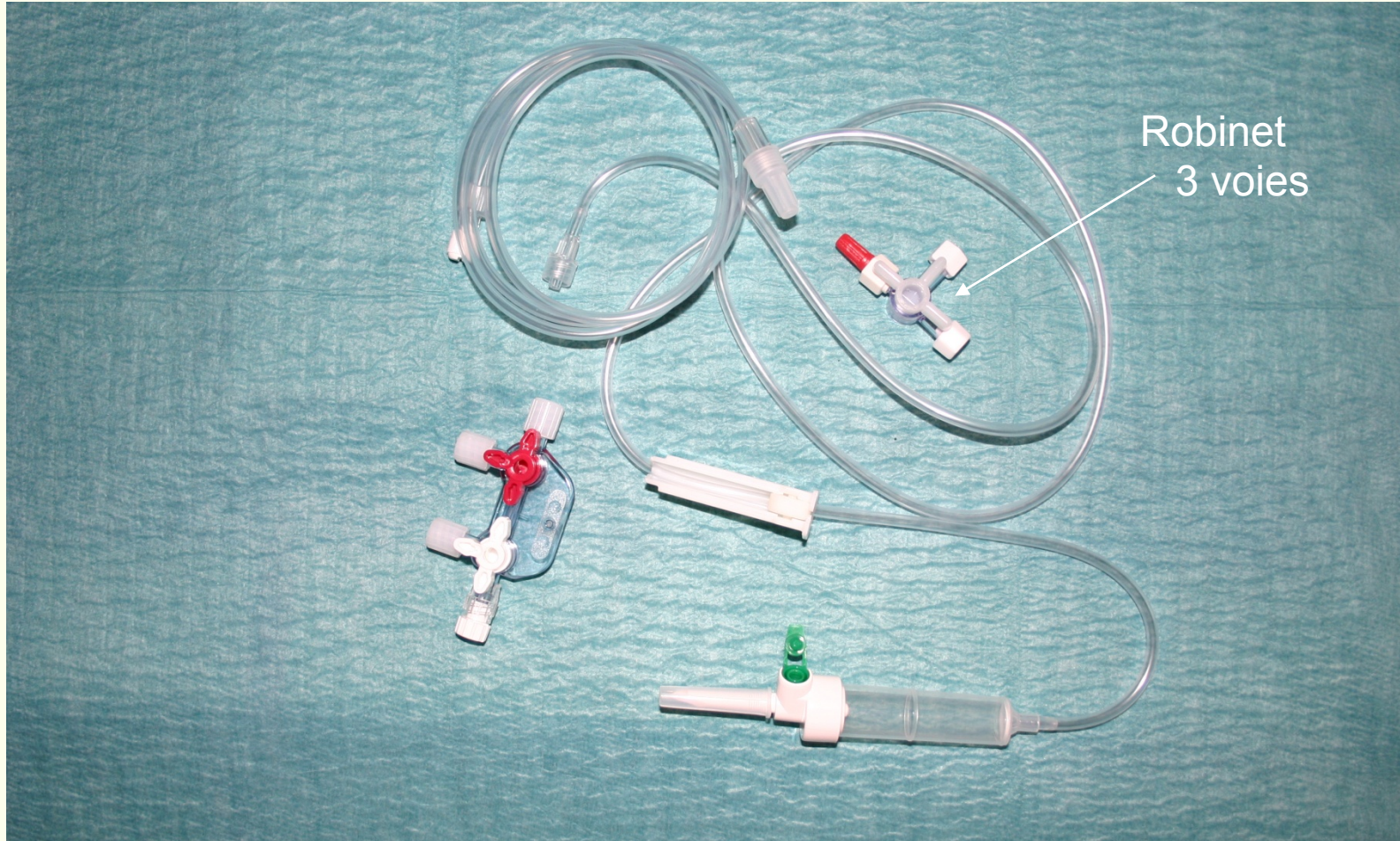
Circuit de perfusion pas si simple !



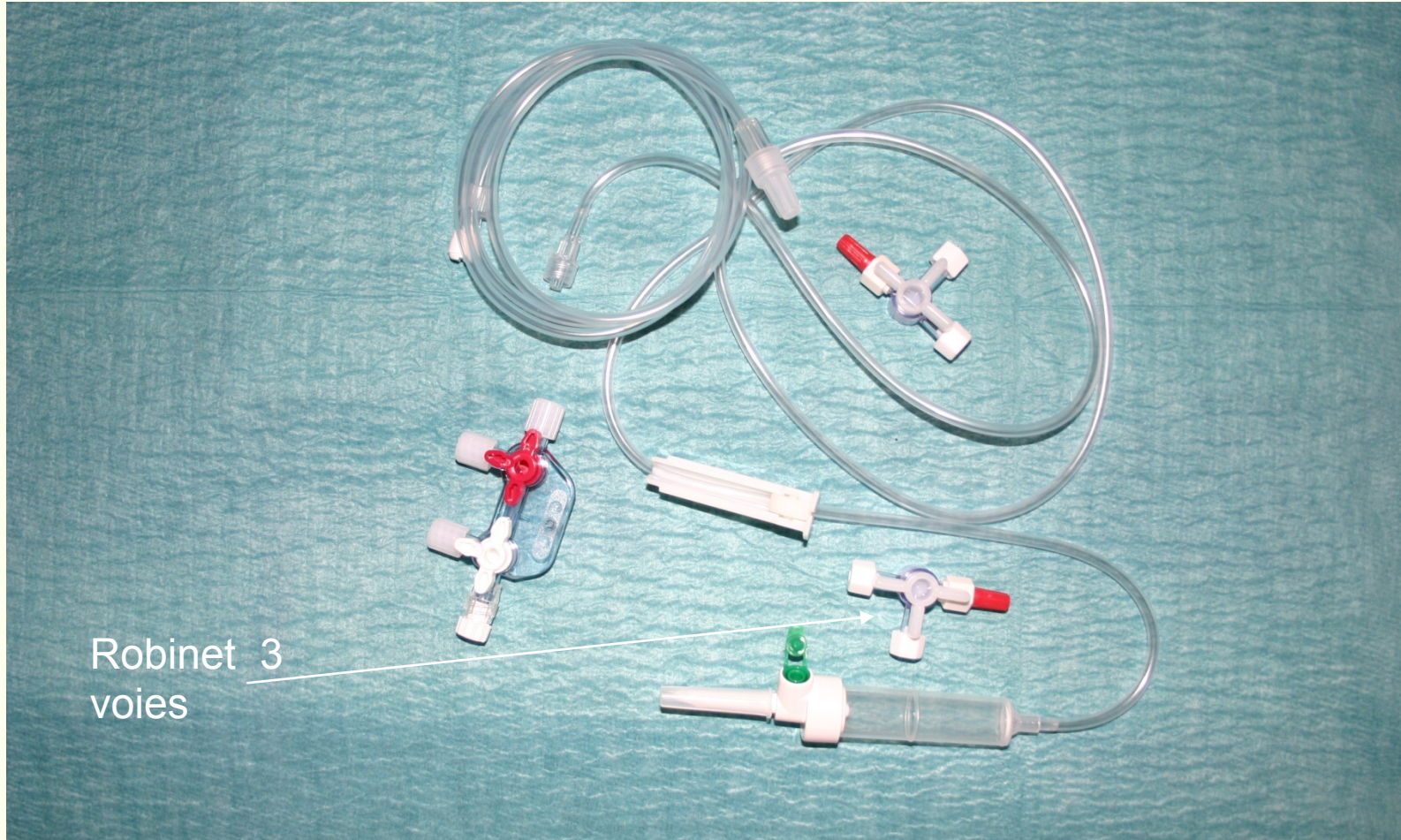
Circuit de perfusion pas si simple !



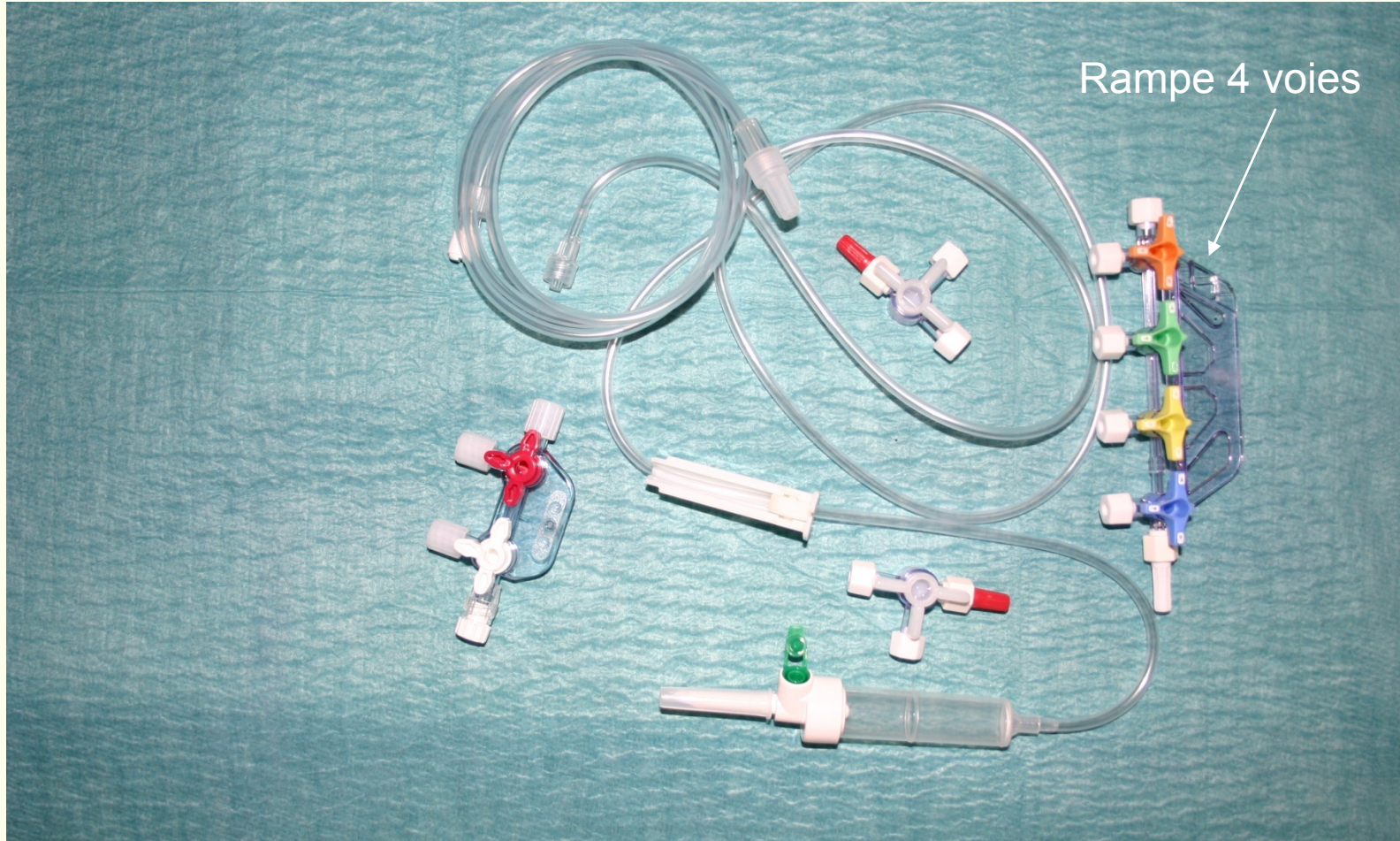
Circuit de perfusion pas si simple !



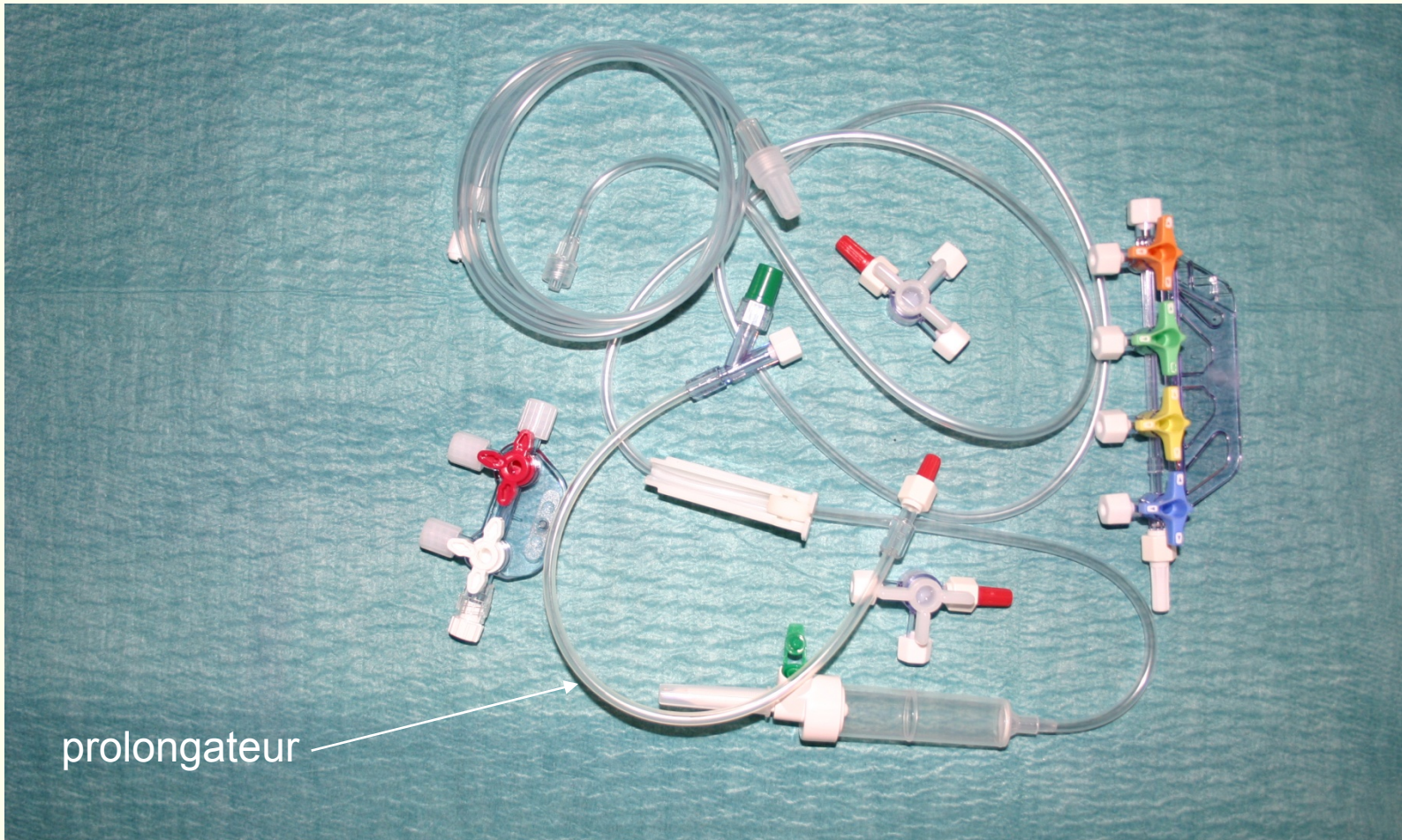
Circuit de perfusion pas si simple !



Circuit de perfusion pas si simple !

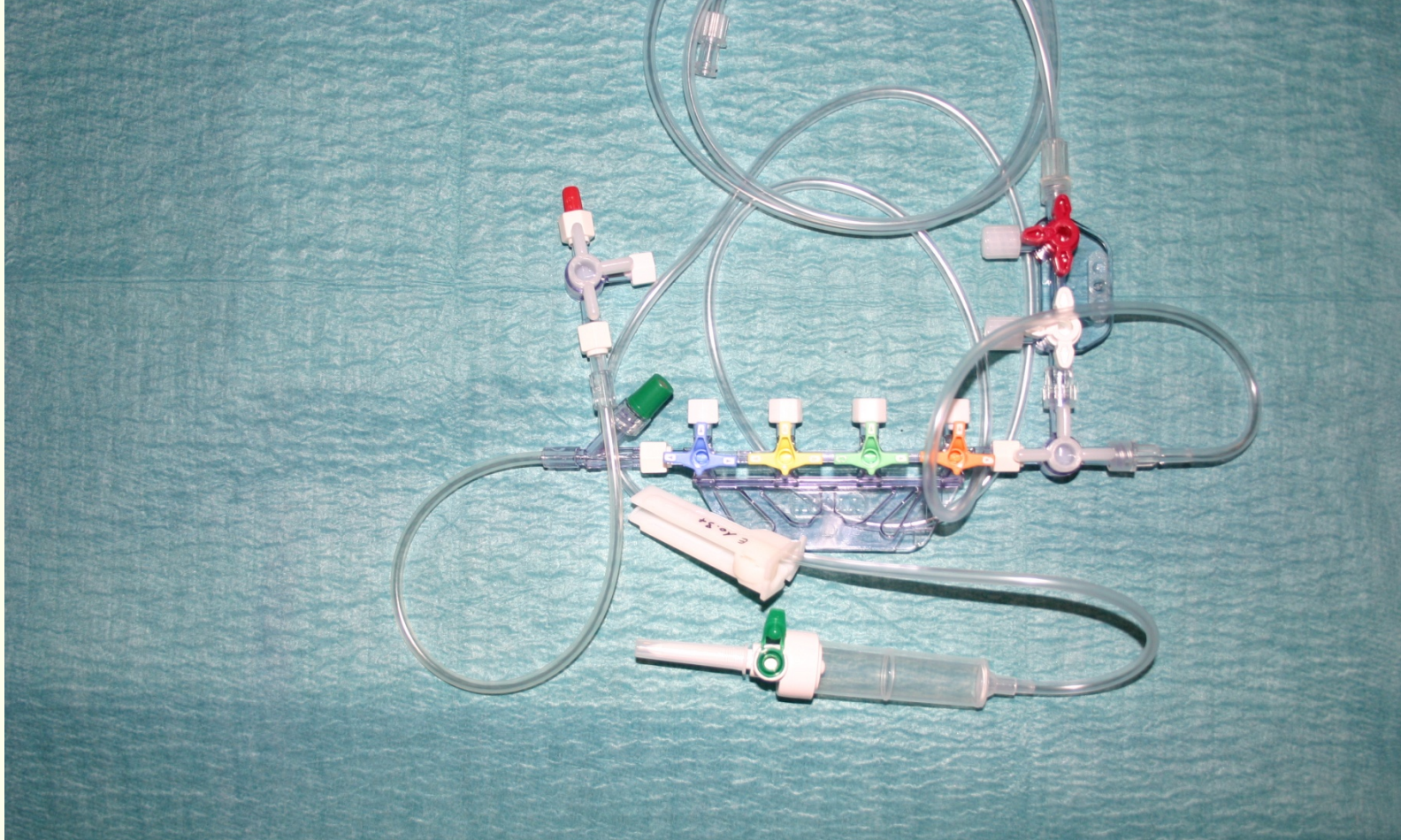


Circuit de perfusion pas si simple !



prolongateur

Circuit de perfusion pas si simple !



Nouveaux matériels de perfusion :

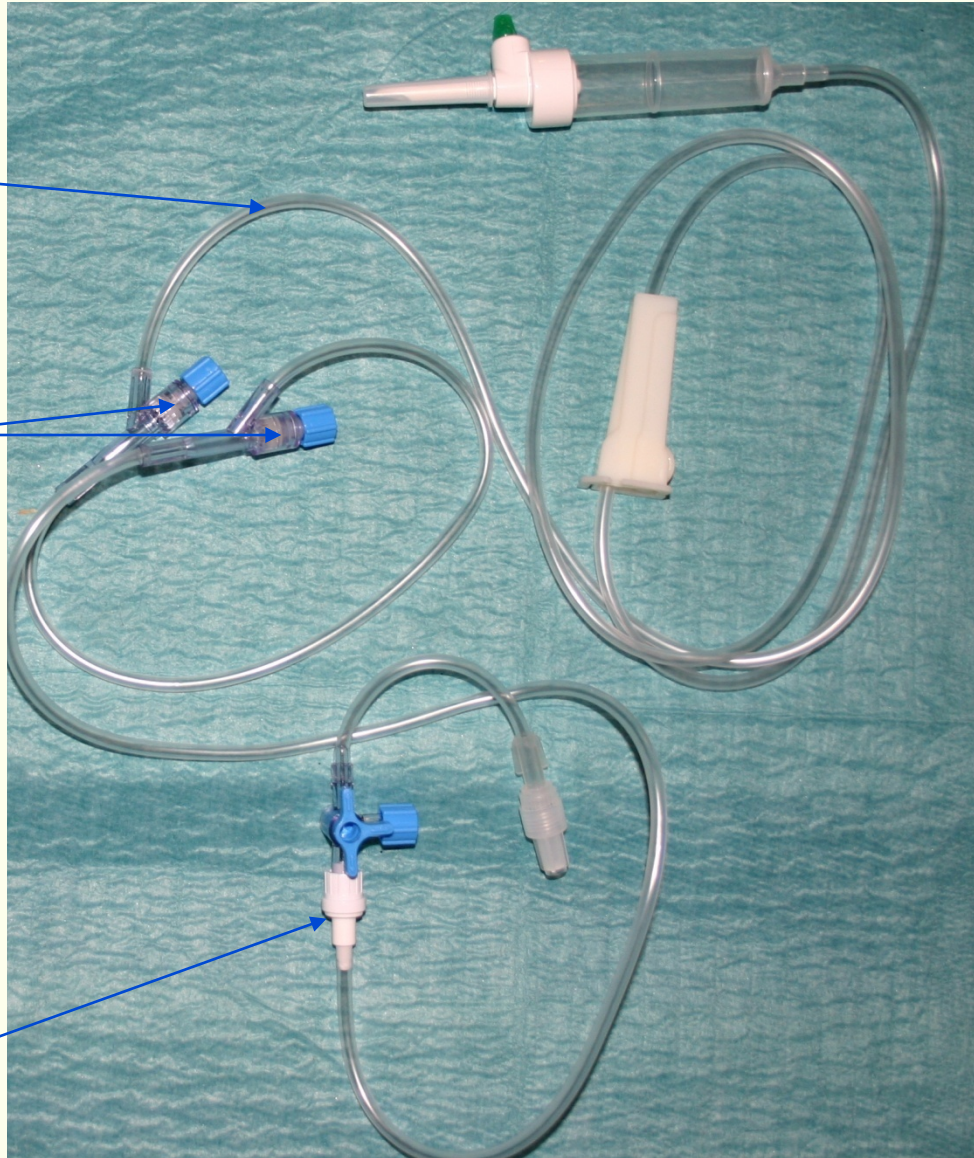
- Tubulure
- Robinet(s)
- Rampe
- Régulateur de débit
- Valve(s) bi-directionnelle(s)
- Valve anti-retour
- Volume résiduel (espace mort)

Exemple de tubulure :

Tube ø 2,8mm x 4,1mm

Valves bidirectionnelles

Valve anti-retour collée



Physique des fluides : Loi de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8 \mu L}$$

$$P_{\text{AMONT}} - P_{\text{AVAL}} = R.Q$$

R = résistance à l'écoulement

Q = débit de la perfusion (en l'absence de clamp)

$$P_{AMONT} - P_{AVAL} = \Delta \text{ de Hauteur} :$$

$$\Delta H = RQ$$

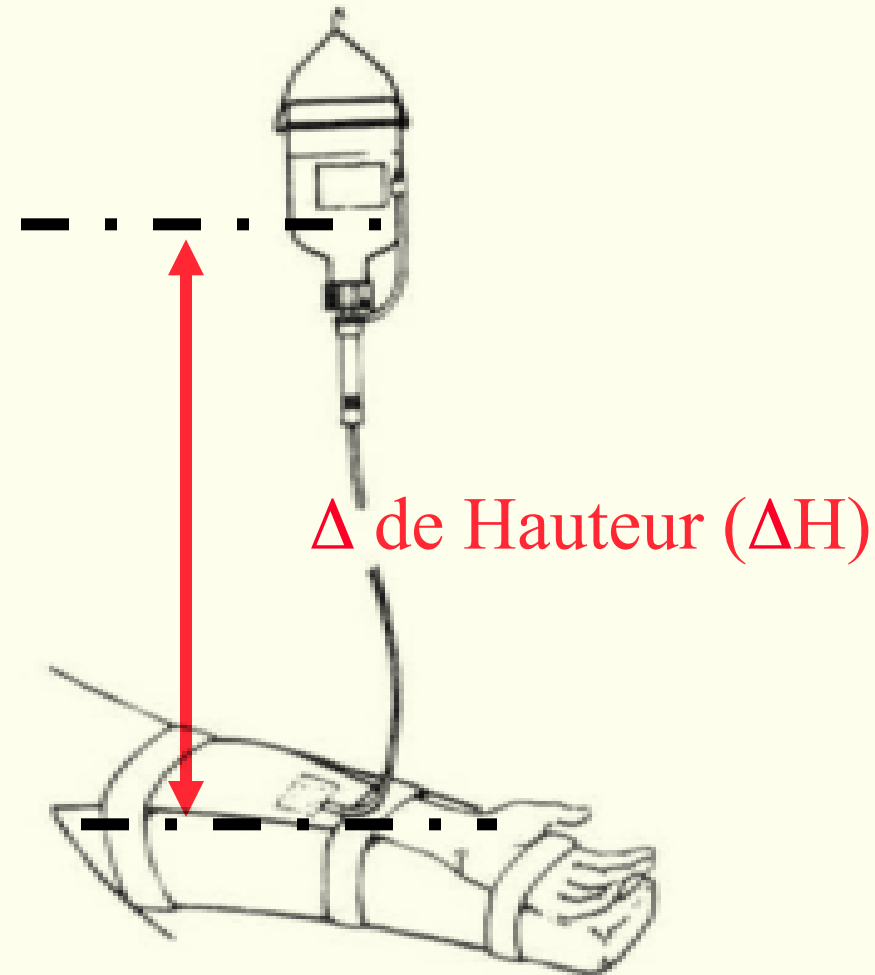
si $R \nearrow \Rightarrow Q \searrow$

si $R \searrow \Rightarrow Q \nearrow$

et

si $\Delta H \nearrow \Rightarrow Q \nearrow$

si $\Delta H \searrow \Rightarrow Q \searrow$



Cas d'école d'un perfuseur simple

$$P_{AVAL} = P_{VEINEUSE}$$

Si $P_{VEINEUSE} \nearrow$

$$P_{AMONT} - P_{AVAL} \searrow$$

$$\Rightarrow Q \searrow$$

Au pire (garrot sur le bras)

$$P_{AVAL} > P_{AMONT}$$

$\Rightarrow Q \searrow \searrow$ jusqu' à devenir négatif

\Rightarrow Reflux sang dans la tubulure



Résistance à l'écoulement :

$$R = \frac{8 \eta L}{\pi r^4}$$

η = viscosité

r = rayon (interne)

L = longueur tubulure

$R \nearrow$ (donc $Q \searrow$) si : viscosité \nearrow

longueur \nearrow

$r \searrow$ (puissance 4)

Perfuseur comportant des portes d'entrée ?

Portes d'entrée = Connections sur la voie principale

- Robinet à 3 voies simple ou multiple (rampes)
- Valve bi-directionnelle

Connexions sur la voie principale :

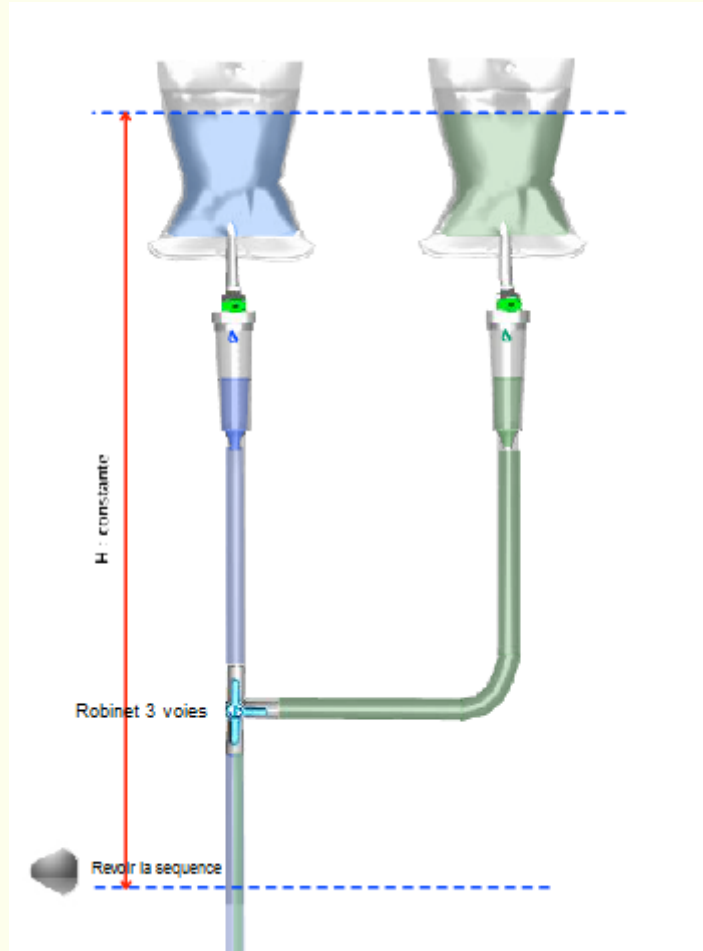
	Avantages	Inconvénients
Robinet à 3 voies simple ou multiple	<ul style="list-style-type: none"> Pas de résistance Simple d'utilisation Injection urgente 	<ul style="list-style-type: none"> Volume résiduel Robinet à tourner (source d'erreur) Bouchon à changer Pas d'identification
Valves bi-directionnelles	<ul style="list-style-type: none"> Résistance faible Simple d'utilisation Encombrement réduit Faible espace mort 	<ul style="list-style-type: none"> Débit variable selon modèle Pression d'ouverture variable Nécessite désinfection Pas d'injection urgente Pas d'identification

Exemple de deux solutés en dérivation :

①

Débit dépend :

- $P_{AMONT} - P_{AVAL}$
- Résistance



②

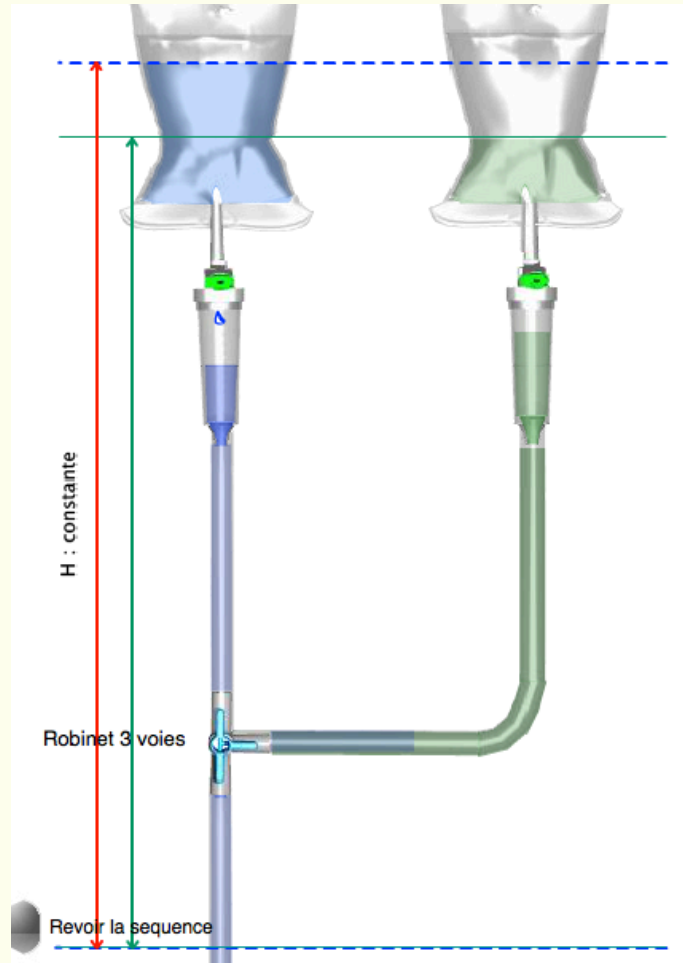
Débit dépend :

- $P_{AMONT} - P_{AVAL}$
- Résistance

Si la résistance est constante dans le montage et si $P_{AMONT} - P_{AVAL}$ dans la ligne ① et ② est constante, alors débit 1 = débit 2

Deux solutés administrés en dérivation :

Mais...



②

$$(P_{AMONT} - P_{AVAL})_1 > (P_{AMONT} - P_{AVAL})_2$$

Solutions :

- position des poches sur le pied à sérum
- réglage résistance soluté ①

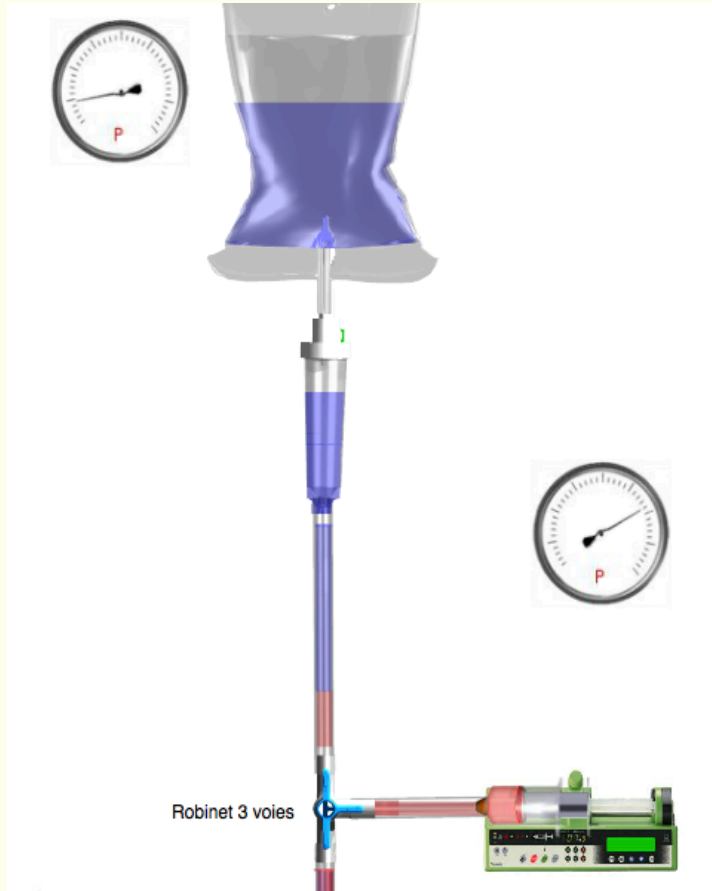
Deux médicaments administrés par gravité :

- Soit l' un après l' autre
- Soit les deux simultanément
 - 2ème porte d' entrée
 - ouverture du circuit
 - asepsie / erreur

Risques : passage d' un médicament vers l' autre
 passage médicament → soluté, ou l' inverse
 pas d' alarme

Une perfusion par gravité + :

①



②

pression positive contrôlée :

- pousse seringue électrique
- pompe volumétrique

Une perfusion par gravité + une perfusion en pression positive contrôlée :

$$\textcircled{1} \text{ Débit} \approx P_{\text{AMONT}} - P_{\text{AVAL}} / \text{Résistance} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{2} \text{ Débit} \approx \text{Pression positive contrôlée} / \text{Résistance} \textcircled{2}$$

Si résistance $\textcircled{1} =$ résistance $\textcircled{2}$

$P_{\text{AMONT}} - P_{\text{AVAL}} > \text{Pression positive contrôlée}$

\Rightarrow Débit $\textcircled{1} \rightarrow$ vers le patient

$P_{\text{AMONT}} - P_{\text{AVAL}} < \text{Pression positive contrôlée}$

\Rightarrow Débit $\textcircled{2} \rightarrow$ vers le patient
 \rightarrow rétrograde

Risque de bolus si débit $\textcircled{1} \nearrow \nearrow$

médicament administré par gravité et un médicament par pousse-seringue :

- 2ème porte d'entrée
- Risque passage médicament vers le soluté par gravité
- Si ↗ résistance de la ligne (en aval du pousse- seringue),
pas de déclenchement de l'alarme de pression du pousse-seringue

→ Conséquence :

doute sur la quantité de médicament réellement administrée

Solution technique : valve anti-retour :

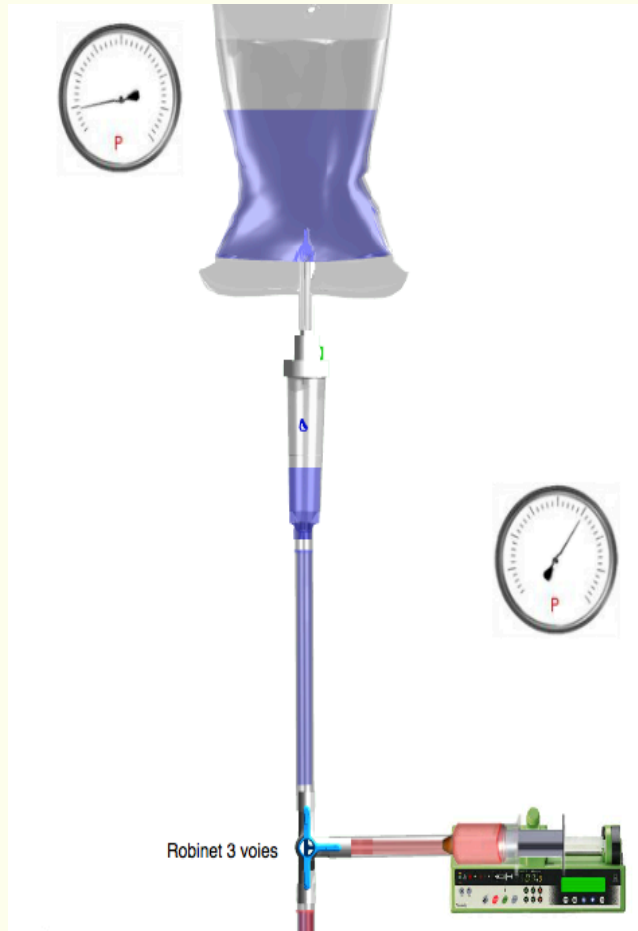
①

(en amont du branchement de la pression positive contrôlée)

Si $P_{AMONT} - P_{AVAL} < \text{pression positive}$

Débit ② → patient

Débit ① peut devenir nul

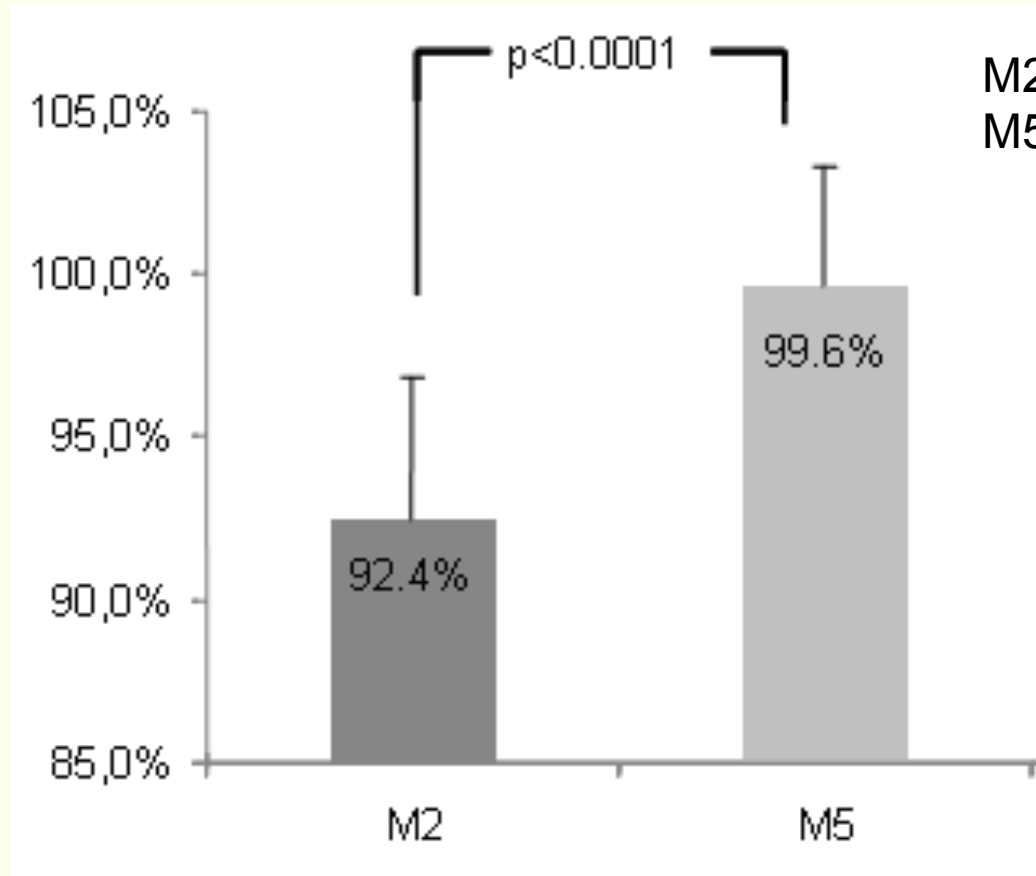


①

②

Valve anti-retour : Prévention du flux rétrograde :

10 min après changement débit



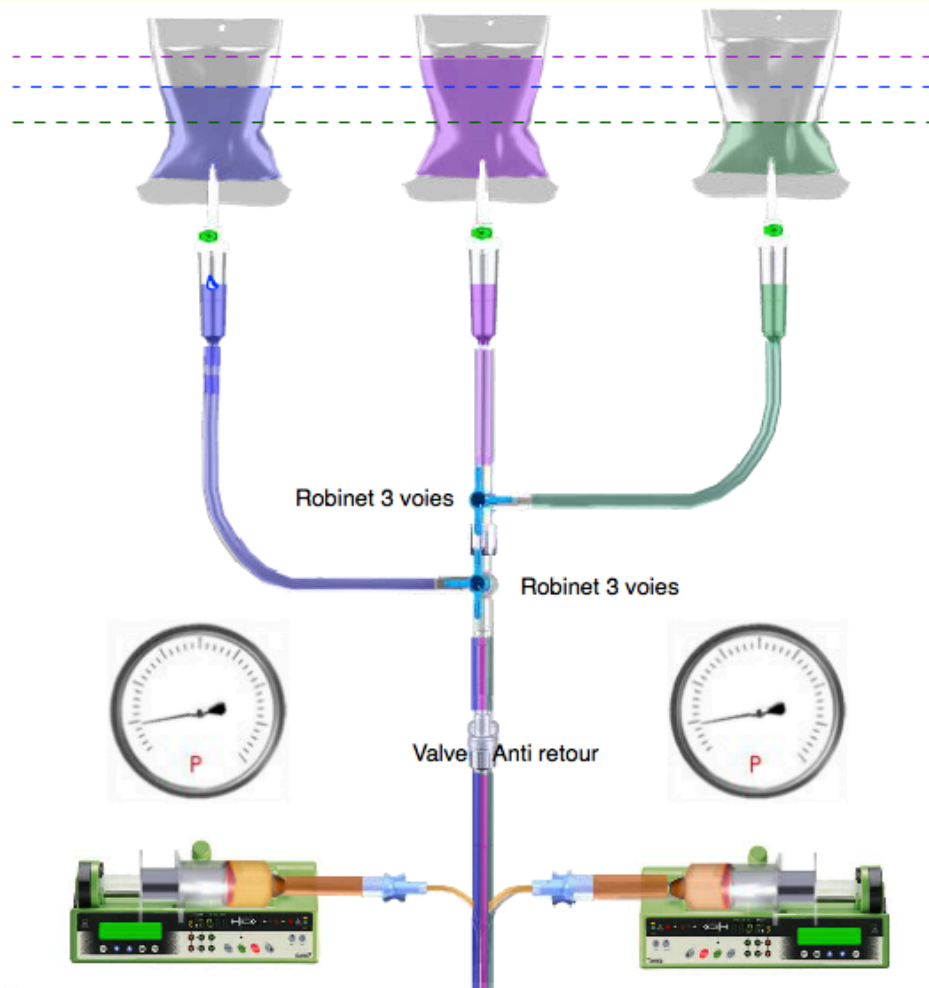
M2 : pas de valve anti-retour
M5 : une valve anti-retour

Quantité délivrée / Quantité maximale théorique
< 100 % : flux rétrograde

La solution : valve anti-retour :

- Positionnée entre les médicaments par gravité et ceux administrés par pression positive (pousse-seringue, pompe volumétrique)
- Une seule valve anti-retour suffit
- Avantages :
 - ✓ Pas de passage pousse-seringue → gravité
 - ✓ Protection ligne amont
 - ✓ Si obstruction KT → ↗ P → alarme pousse-seringue
 - ✓ Si pression ↗ au dessous de la valve anti-retour → ↘ débit d' amont (surveillance +++)

Et on complique le montage ...



Les principes restent les mêmes, mais ↗ risque de variations des débits, si on augmente le nombre de dispositifs régis par des pressions différentes

⇒ Valve anti-retour !!

Une seule valve anti-retour suffit même si plusieurs pousse-seringues en position

Quels médicaments au dessus de la valve anti-retour ?

- Tous les solutés de remplissage (S.φ, RL, HEA)
- Tous les médicaments dilués en poche souple (βlactamines, antalgique pallier I)
- Tous les médicaments en bolus

Quels médicaments au dessous de la valve anti-retour ?

Bolus

si connexion libre

AIVOC

Hypnotiques IV (propofol)

Morphiniques (rémi, sufenta)

Perfusion continue

Catécholamines (adrénaline, noradré)

Antibiotique (aminoside)

Insuline

PCA

Morphine

Définition : Volume d'une tubulure de son point de départ (après la poche de soluté, ou l'extrémité distale du prolongateur de la seringue) jusqu'à l'entrée dans le patient.

$$V = \pi r^2 \times L$$

r = rayon interne L = longueur de la tubulure (volume cylindre)

Si $r \nearrow$ et $L \nearrow \Rightarrow V \nearrow \nearrow$

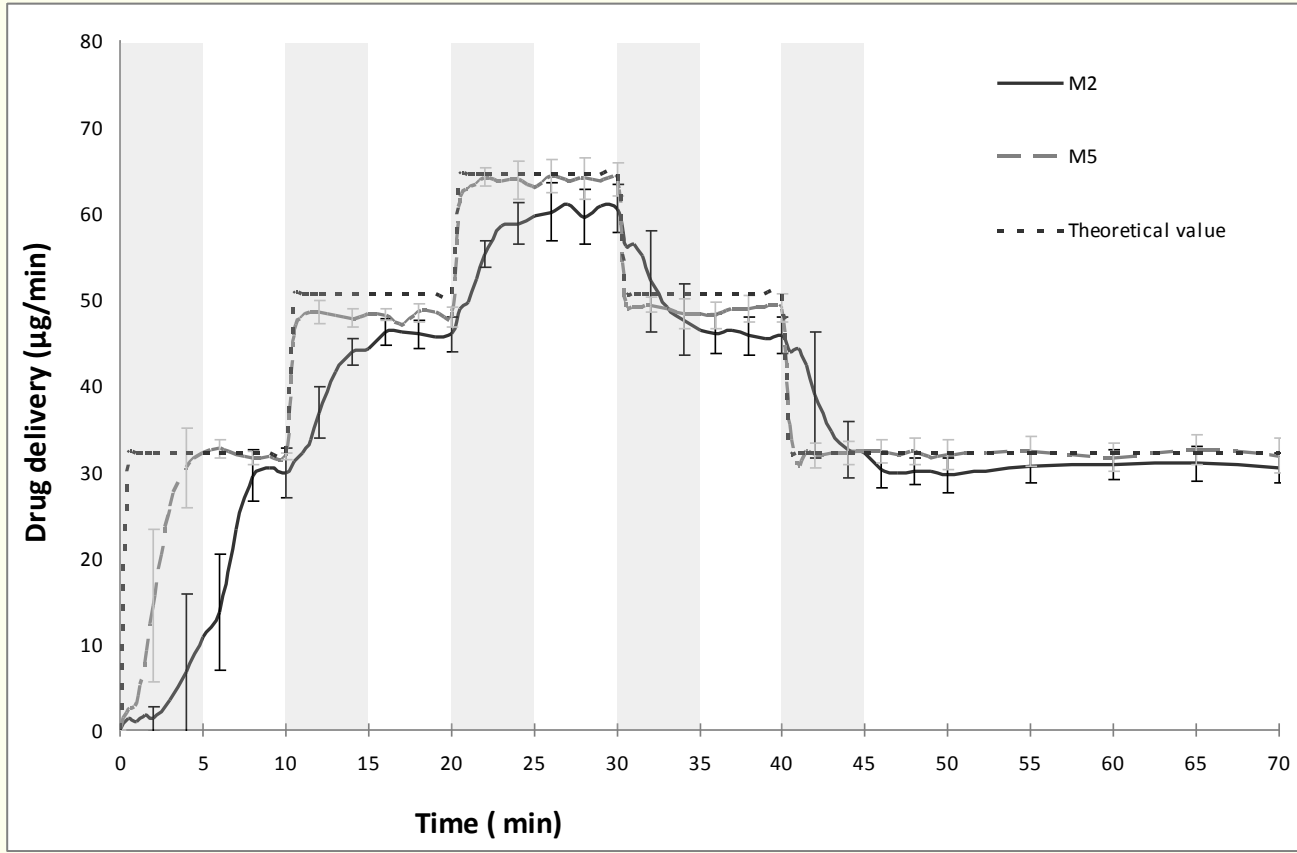
Le temps nécessaire à un médicament pour parvenir au patient dépend :

- 1) du débit de la perfusion
- 2) du volume résiduel

Volume résiduel (2) :

Tubulure		V (ml)	Débit perf	Délai
r (mm)	L (cm)		(ml/h)	
0,5	50	0,39	2	12 min
0,5	50	0,39	120	12 sec
0,5	400	3,14	2	1 h 34 min
0,5	400	3,14	120	1 min 34 sec
1,5	150	10,6	2	5 h 21 min
1,5	150	10,6	120	5 min 35 sec

Impact de volume résiduel sur la délivrance du médicament :



M2 : VR = 6,16 ml
M5 : VR = 0,046 ml

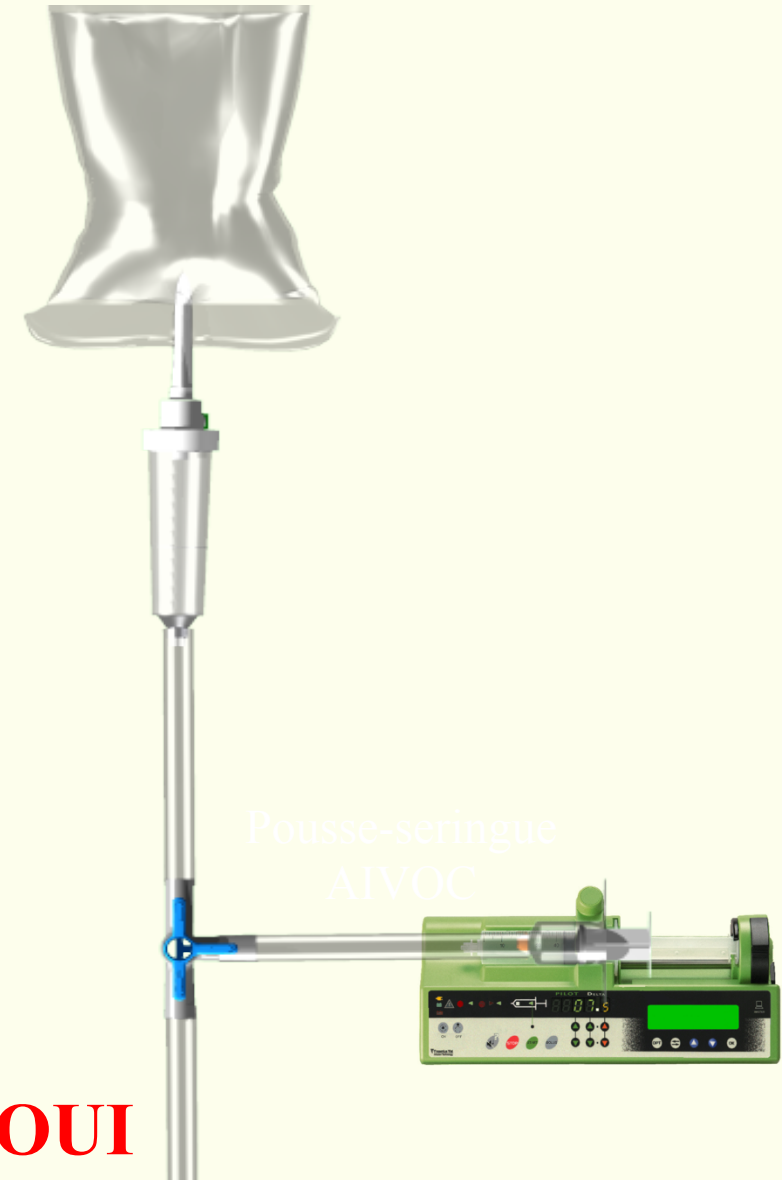
➤ Administration retardée par rapport au début de la perfusion si tubulure de gros diamètre, si débit bas

➤ Pour réduire le délai

Il faut réduire le volume résiduel !!

Exemple de montage :

Principe :
réduire au maximum
le volume résiduel



Piège du volume résiduel :

Si le volume résiduel est grand et le débit du soluté vecteur faible

En fin d'administration du médicament,
↗ débit du soluté vecteur

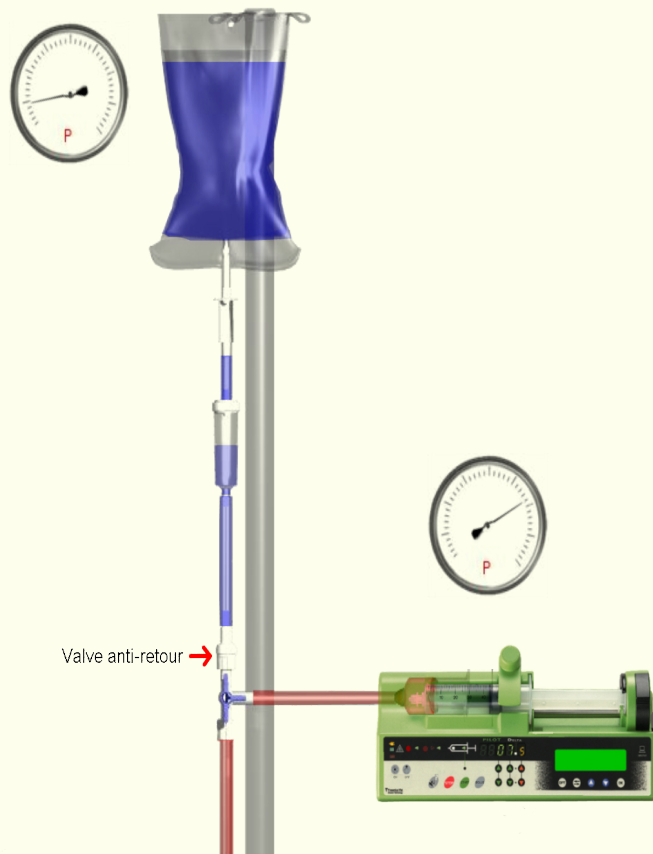
Bolus important



Morphinique → apnée brutale

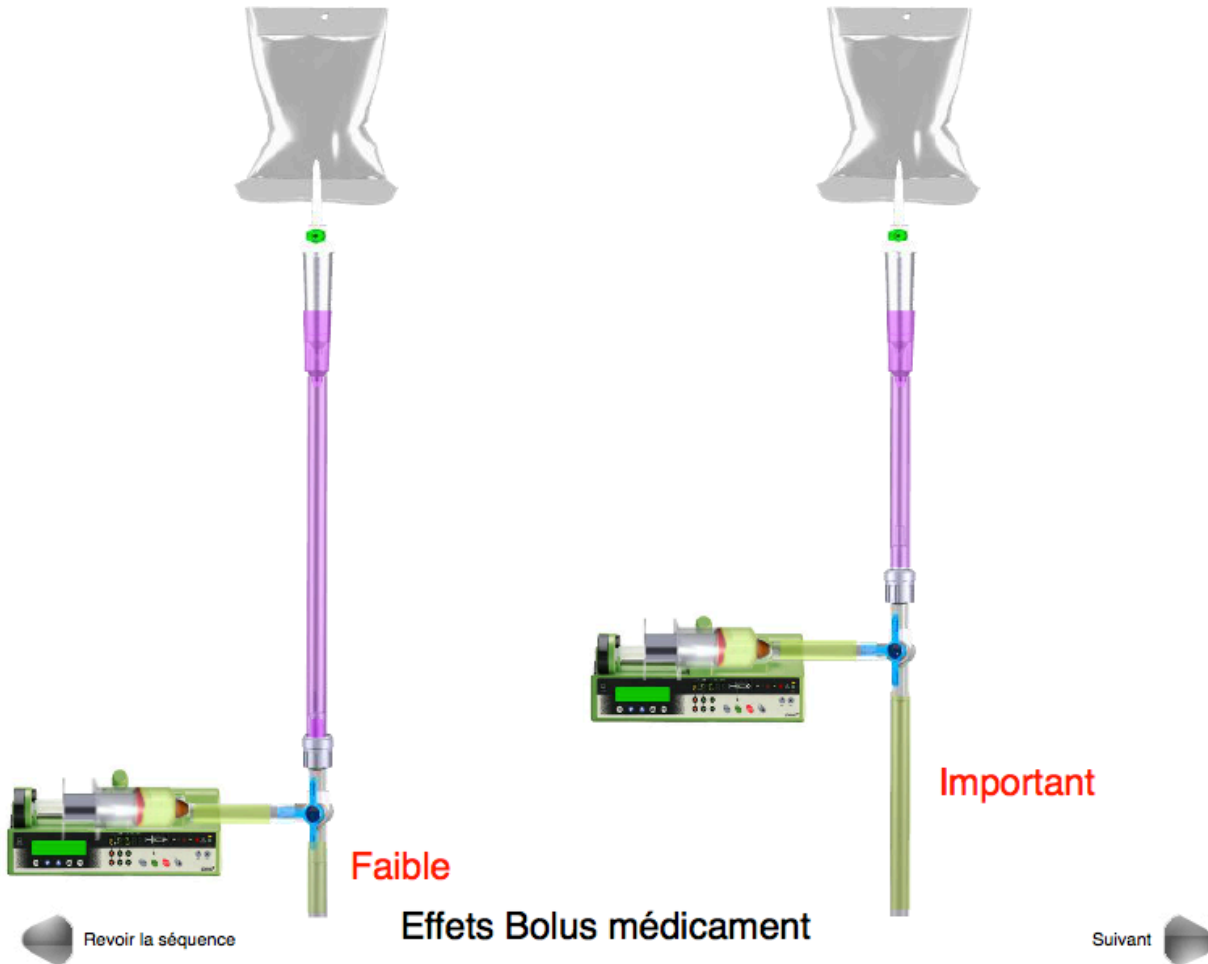
Narcotique → sédation ↗

Curare → ↗ curarisation



Ce piège est réduit si volume résiduel ↘↘↘

Piège du volume résiduel (2) :



Piège d' autant plus grand dans le cas du changement d' un flacon de soluté vecteur vide

Précautions universelles (1) :

- Attention aux mélanges de médicaments dans la tubulure principale
 - Risque d'incompatibilité physico-chimique
 - Donc contrôle visuel avant et pendant l'administration des mélanges de médicaments

- Préférer les systèmes clos ne laissant pas entrer d'air ni de germe
 - perfuseur entièrement collé non démontable

- Eviter les flacons contenant de l'air (verre ou plastique rigide)
 - il faut une prise d'air
 - risque d'embolie gazeux

Danger d'un montage « maison » :

- Préma (30 semaines d'aménorrhée)
- 880g ; 35 cm
- Traitement ATB
- KT sous clavier, ventilation mécanique
- HTAP/Hypoxémie
- Arrêt cardiaque → décès
- Autopsie : embolie gazeuse

Danger d'un montage « maison » :

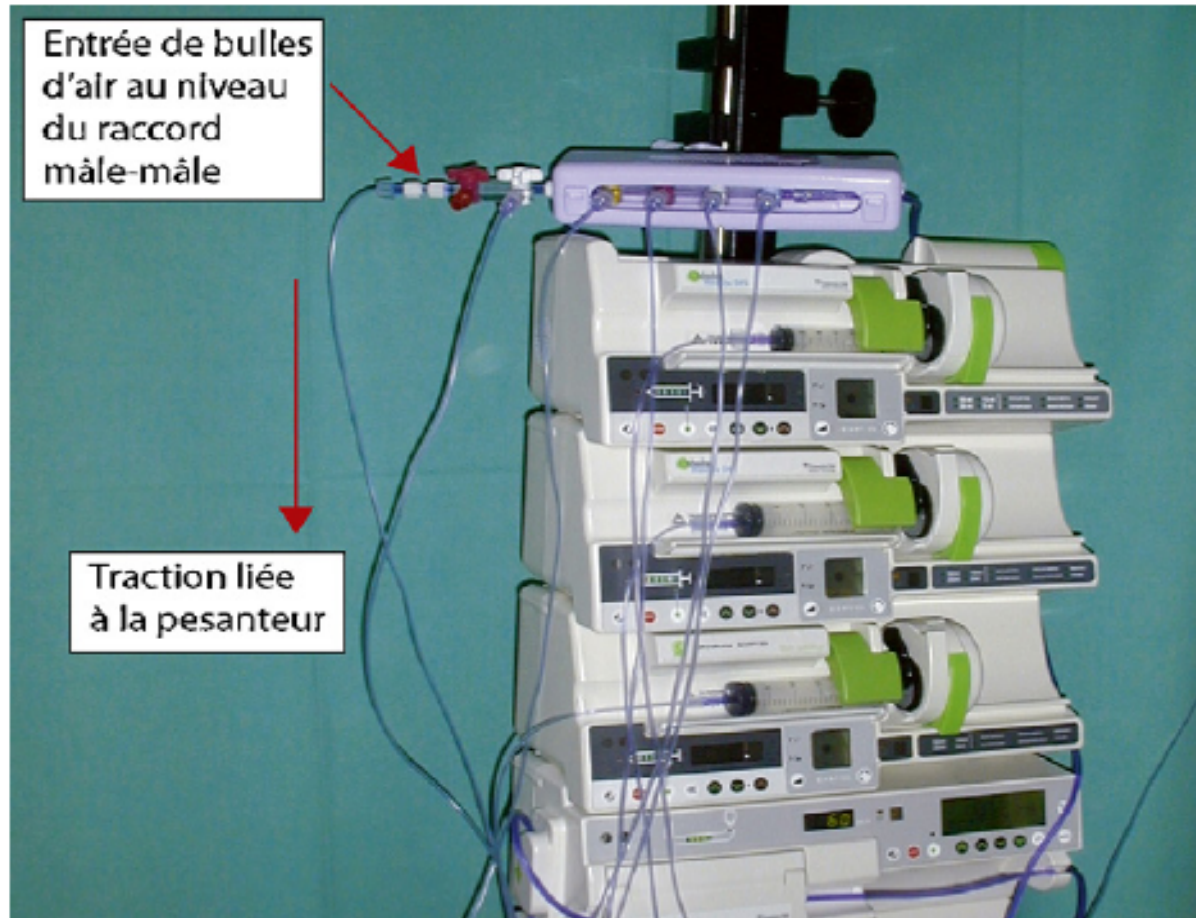


Figure 1. Reconstitution des conditions d'utilisation du circuit de perfusion. Effet de traction exercé sur le raccord mâle-mâle.

Danger d'un montage « maison » :

Le montage « maison » peut être tenu pour responsable du problème

Résolution du problème

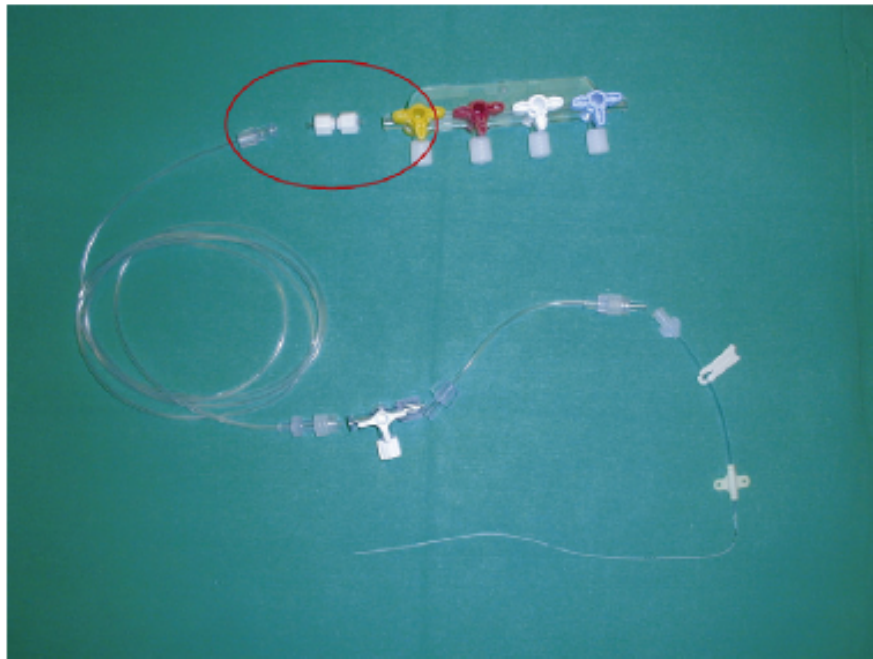


Figure 2. Montage utilisé chez notre patient. Raccord mâle-mâle et tubulure standard mâle-femelle.

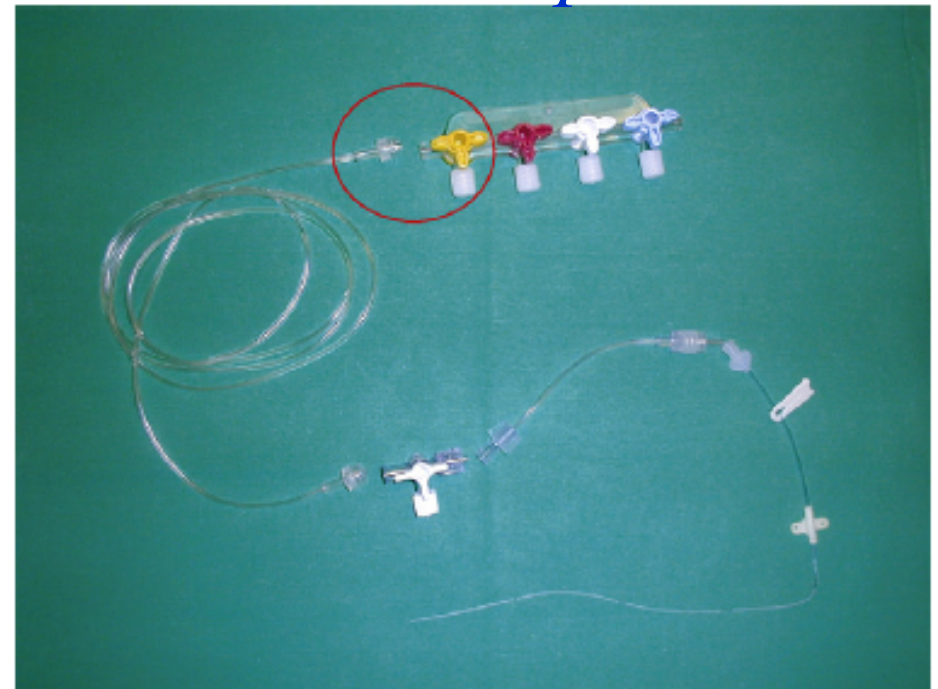
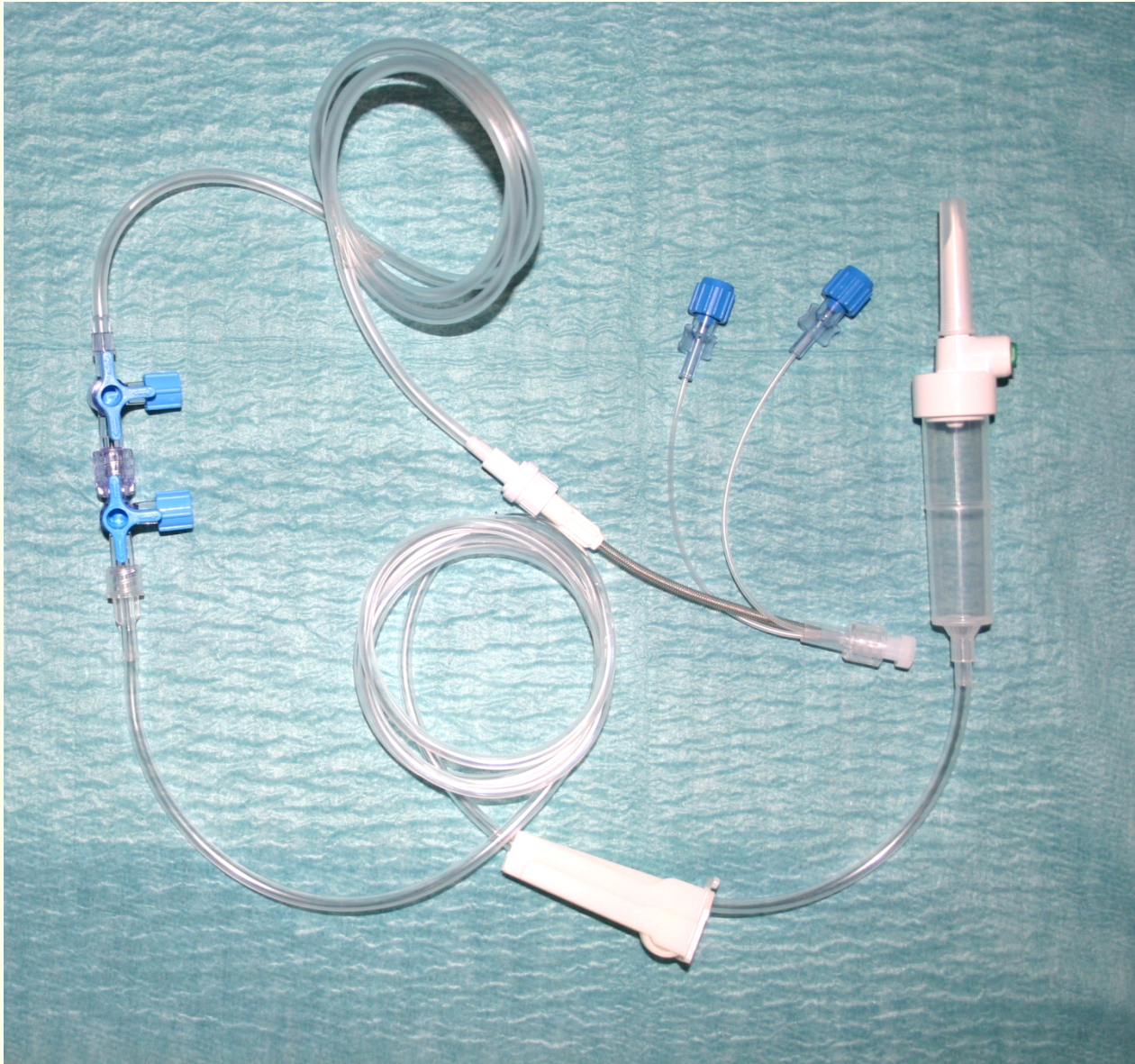
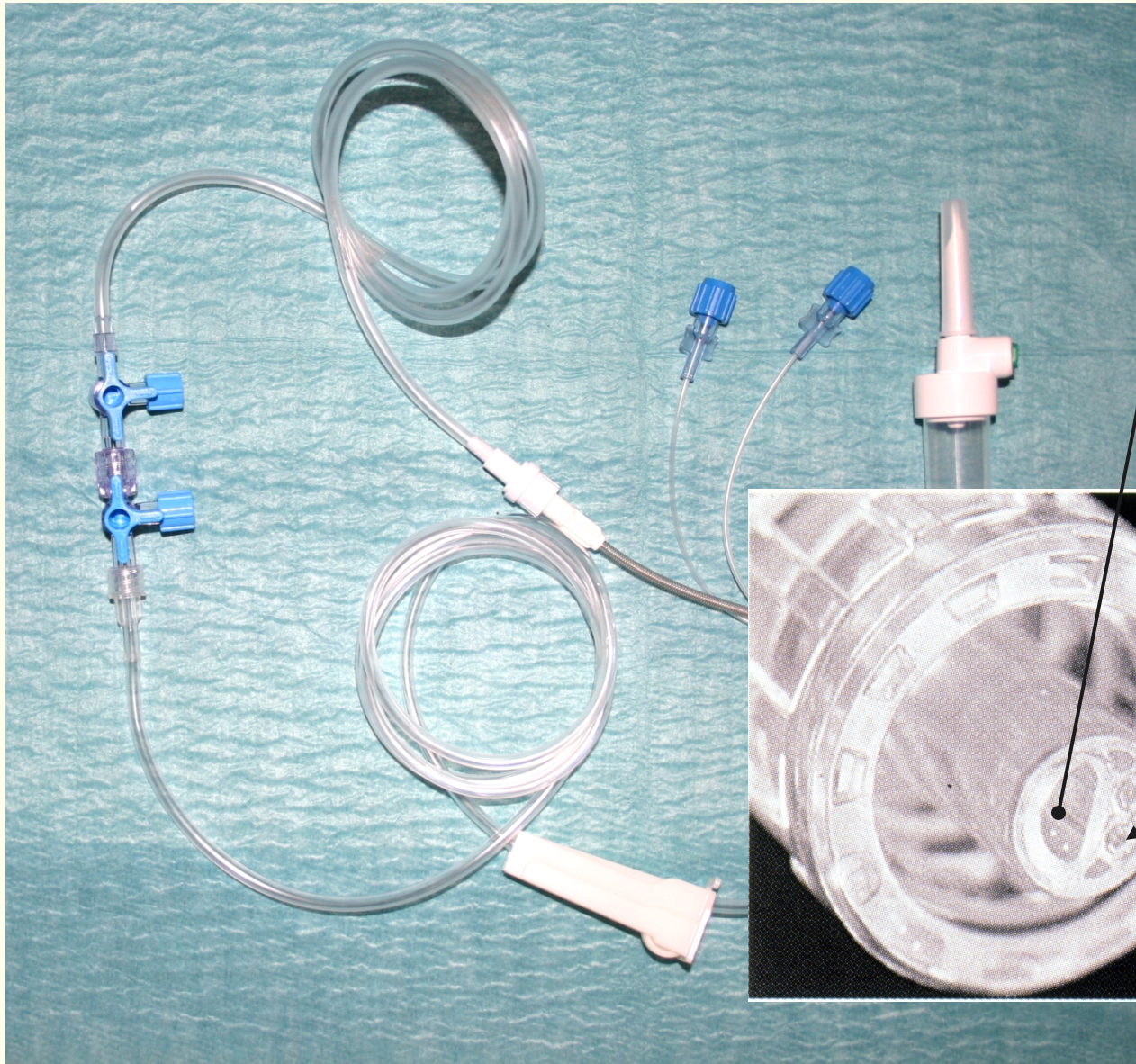


Figure 3. Solution de rechange. Pas de raccord mâle-mâle et utilisation d'une tubulure mâle-mâle.

Conclusion (1): dispositif de perfusion raisonnable :

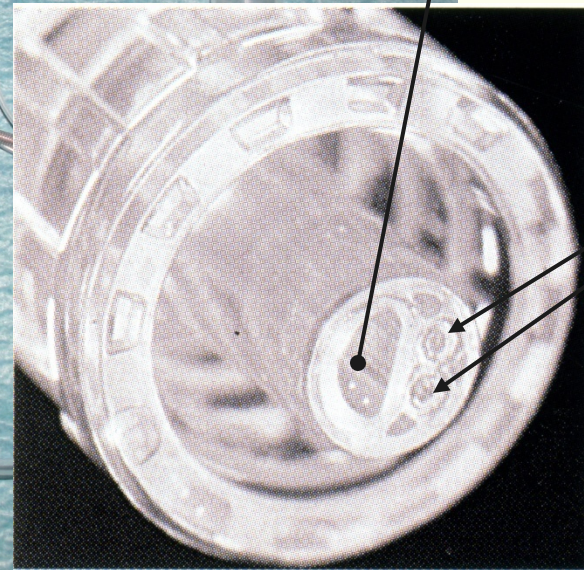


Conclusion (1): dispositif de perfusion raisonnable :



Lumière du perfuseur principal

Lumières des connecteurs dédiés à l'administration par pression positive



Conclusion (2): dispositif de perfusion raisonnable

- Choix du dispositif de perfusion réfléchi : synonyme de bon usage du médicament
- Choix du dispositif de perfusion réfléchi : synonyme de diminution des dépenses
- Nécessité d'une **seule** valve anti retour **non démontable**
- Valve anti retour placée au carrefour des pressions par gravité et des pressions contrôlées
- Médicaments à faible marge thérapeutique en dessous de la valve anti retour
- Formation et information des utilisateurs

