

A roller coaster with orange tracks and blue supports against a clear blue sky. The coaster features several large loops and drops. The text is overlaid on the top half of the image.

# Pompes à insuline en boucle fermée hybride : quelle part du travail reste-t-il pour l'équipe médicale?

Patricia Olivier

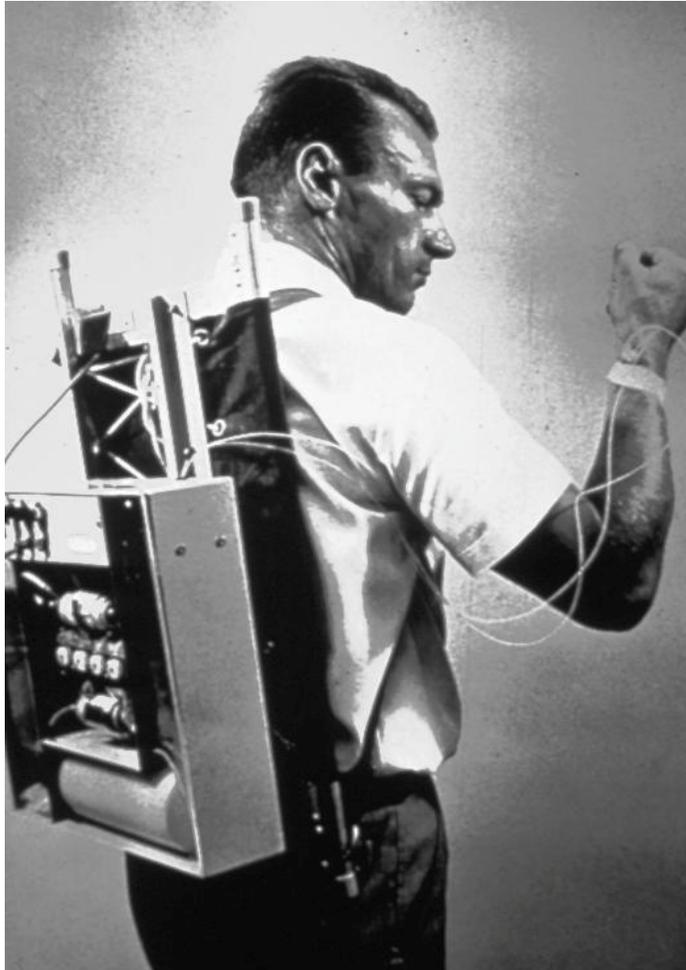
Symposium 2022 des professionnels en diabétologie pédiatrique

24 novembre 2022

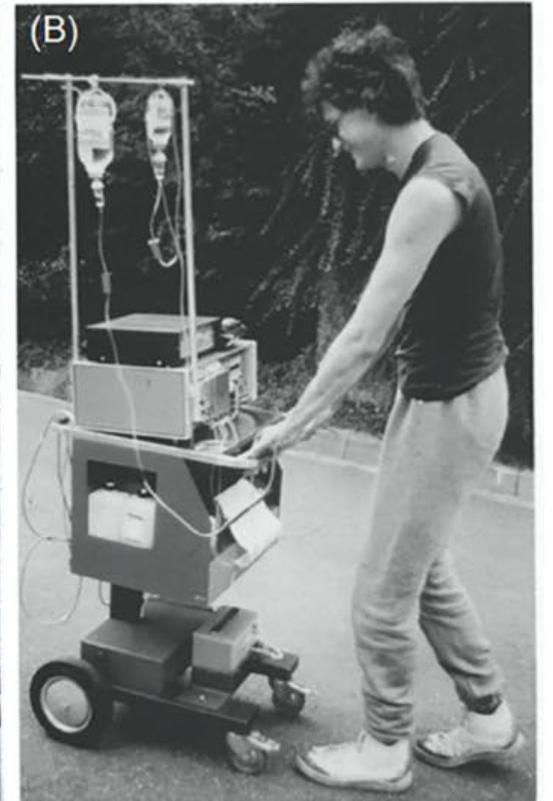
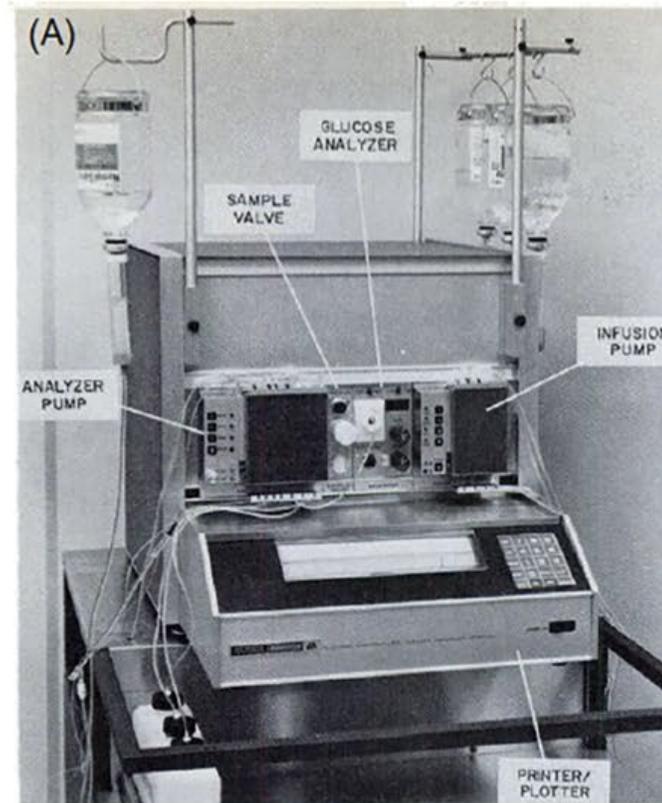
Je n'ai aucun conflit d'intérêts réel ou potentiel  
en lien ou non avec cette présentation.

# Historique

Kadish (1963)

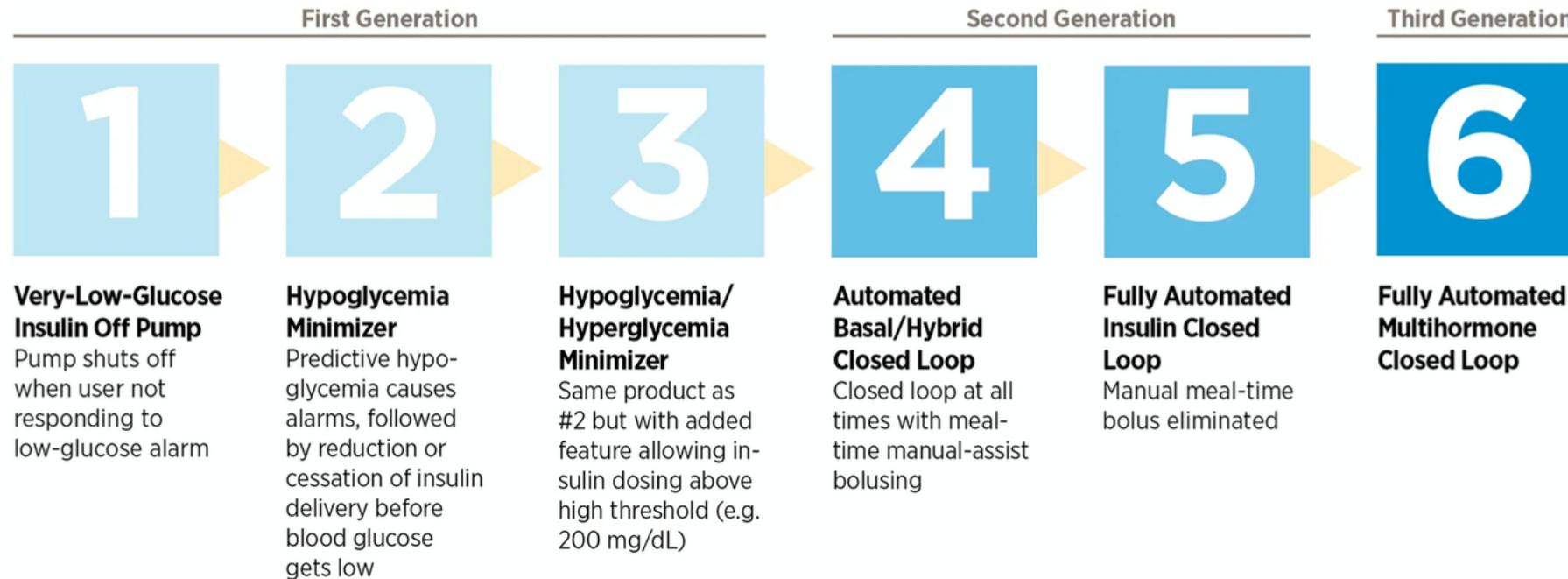


Pfeiffer (1974)



# Pompe en boucle fermée hybride

Catégories selon le JDRF



# Objectifs

1. Reconnaître les principes de fonctionnement et les limites de la pompe à insuline en boucle fermée hybride
2. Sélectionner des pistes et solutions pour l'optimisation du contrôle du diabète
3. Nommer les approches éducatives optimales pour favoriser l'autonomie du patient pour la gestion de cette technologie

r' ó uÑr jtÑÒì^x^Dó Ñ õÑì^s^uÑé^öéìÑé Òj^ õ"uxú ~ ú07ó Ñ

1ère génération- Catégorie 1 selon JDRF

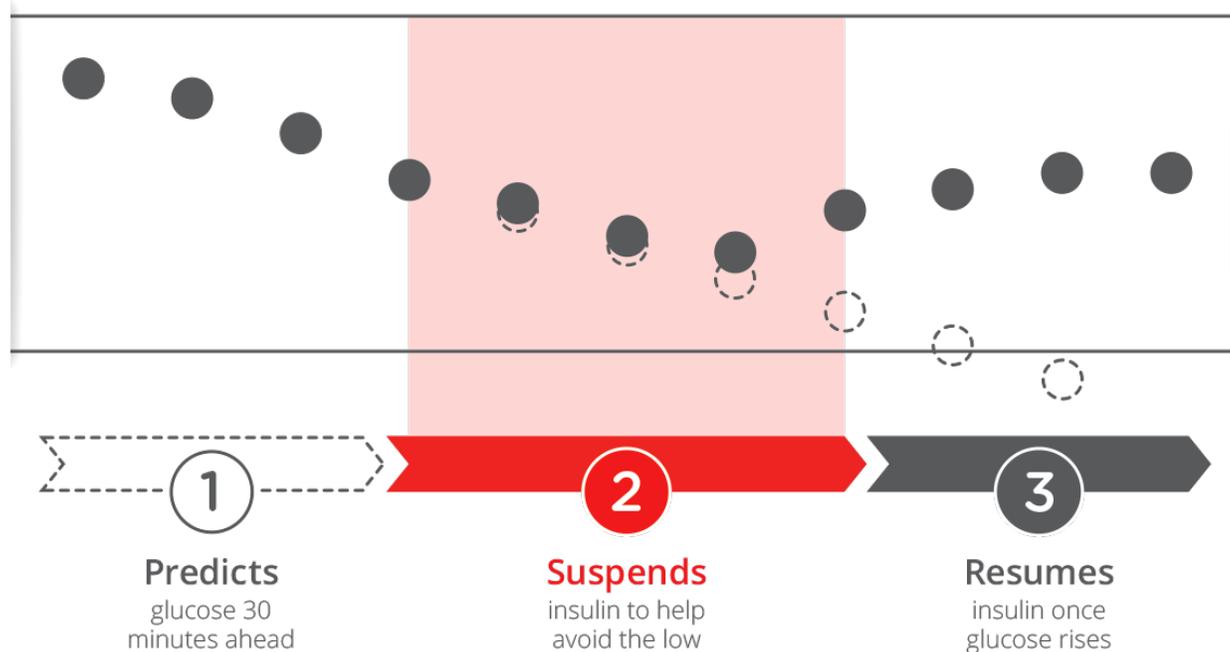


- Capacité de suspendre la perfusion d'insuline lorsque la glycémie chute sous une valeur donnée
- Bénéfice:
  - Diminuer les hypoglycémies nocturnes sans augmenter l'HbA1c (par rapport à SAP)

MiniMed Paradigm Veo (Medtronic, Northridge, California, USA)

# Pompes avec système de suspension prédictive des hypoglycémies

1ère génération- Catégorie 2 selon JDRF



- Capacité de suspendre la perfusion d'insuline lorsque l'algorithme prédit une hypoglycémie à venir.
- Bénéfices:
  - Diminuer les hypoglycémies nocturnes
  - Diminuer le temps total en hypoglycémie
  - Ne pas augmenter l'HbA1c

# Pompes avec système de suspension prédictive des hypoglycémies

1ère génération- Catégorie 2 selon JDRF



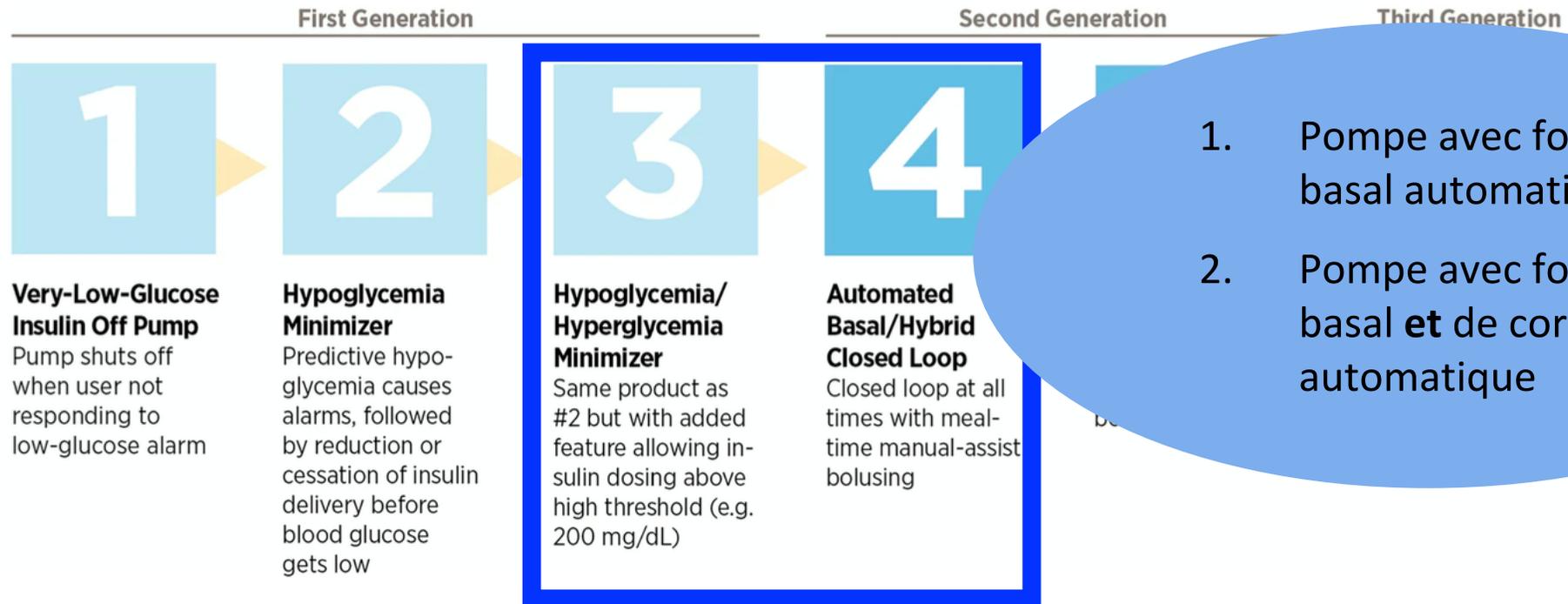
MiniMed Paradigm 630G (Medtronic, Northridge, California, USA)



t:slim X2 with Basal-IQ (Tandem, San Diego, California, USA)

# Pompe en boucle fermée hybride

Catégories selon le JDRF



r'ó ûÑ ùxÓãÑ Ê  
mé0é õÑì Ój^jùjsĐ ó jĐsÑ

## Medtronic 670G

- Capacité d'ajuster automatiquement l'administration d'insuline basale toutes les 5 minutes en fonction de la glycémie et de la dose totale quotidienne d'insuline des derniers jours.
- Aide à maintenir la glycémie dans la plage-cible et d'éviter les épisodes d'hypo et d'hyperglycémie, de jour comme de nuit



MiniMed Paradigm 670G (Medtronic, Northridge, California, USA)

# Études de 3 mois

## Études de 3 mois

	Jeunes enfants (Forlenza 2022)	Enfants (Forlenza 2019)	Adolescents (Garg 2017)	Adultes (Garg 2017)
N	46 (4.6 ans)			94 (22-57 ans)
Utilisation du Mode Auto				88.0% (88.0%–92.7%)
HbA1c	↓ 8.0% ± 0.9% à 7.4% ± 0.6% (P < 0.001)			↓ 7.3% ± 0.9% à 6.8% ± 0.6% (P < 0.001)
Temps dans la cible (TR)	↑ 55.7% ± 13.4% à 63.8% ± 9.4% (P < 0.001)	↑ 56.4% ± 11.4% à 65.0% ± 7.7% (P < 0.001)	↑ 60.4% ± 10.9% à 67.2% ± 8.2% (P < 0.001)	↑ 68.8% ± 11.9% à 73.8% ± 8.4% (P < 0.001)

Utilisation ~ 80%  
 ↓ HbA1c de 0.4-0.6%  
 ↑ TIR de 5 à 8.6%

# Pompes hybrides - Fonction de basal automatique

Étude observationnelle (Lal 2019)



## Raisons pour cesser l'utilisation du mode automatique:

1. Difficultés avec le capteur (62%)
2. Difficultés à obtenir le matériel (12%)
3. Peur des hypoglycémies (12%)
4. Préférence pour les injections multiples (8%)
5. Sports (8%)

Figure 1—Percentage of users who stopped using automatic basal function over time. For the available data, the mean percentage of users who stopped using automatic basal function was 38% at 6 months, mean 44% at 12 months, and 31% at 18 months. The median percentage of users who stopped using automatic basal function was 66% at 6 months, 66% at 12 months, and 66% at 18 months.

# Pompes hybrides - Fonction de basal automatique

## OmniPod 5



**OmniPod 5 App\***

**Pod**

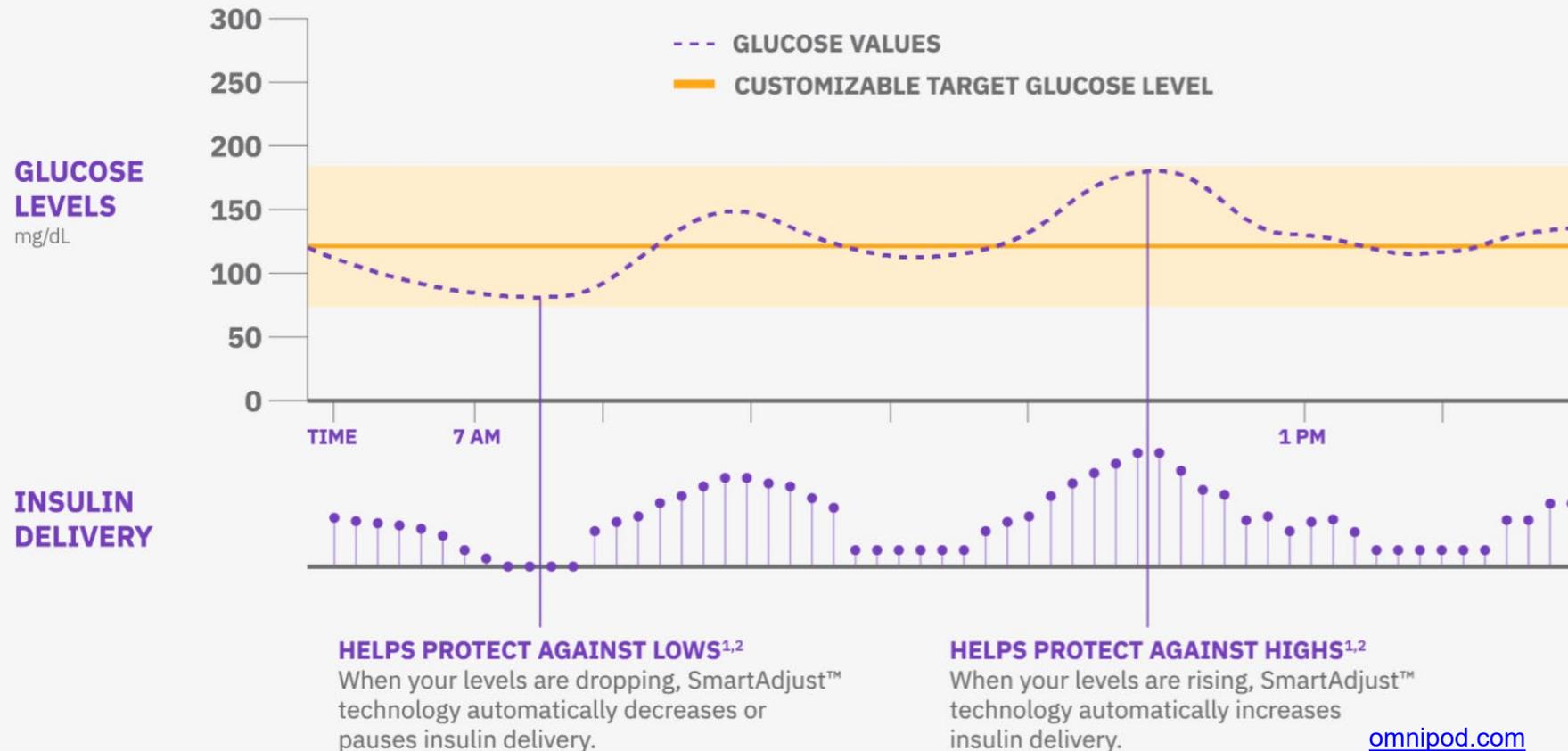
**Dexcom® G6 CGM System**

[omnipod.com](http://omnipod.com)

# Pompes hybrides - Fonction de basal automatique

## OmniPod 5

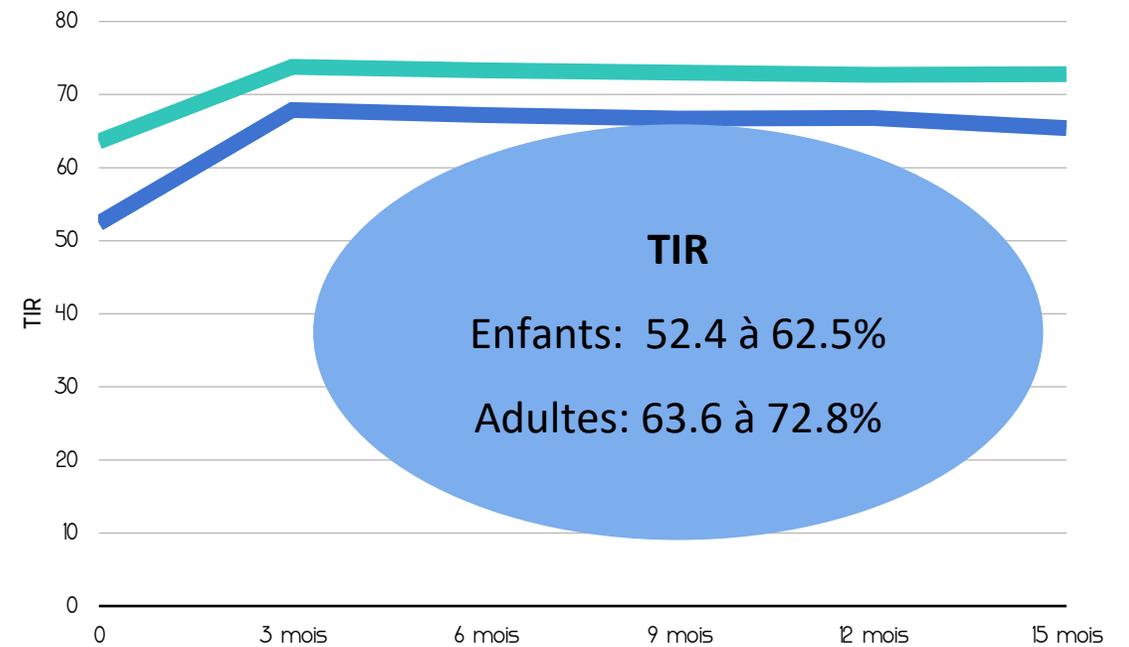
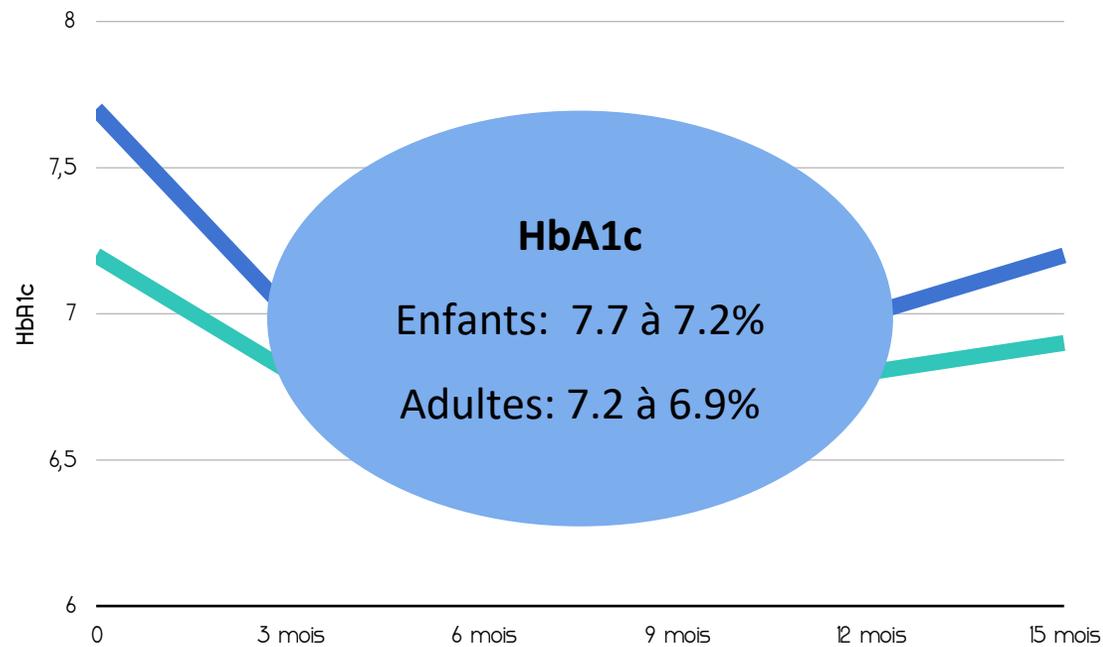
### HOW IT WORKS





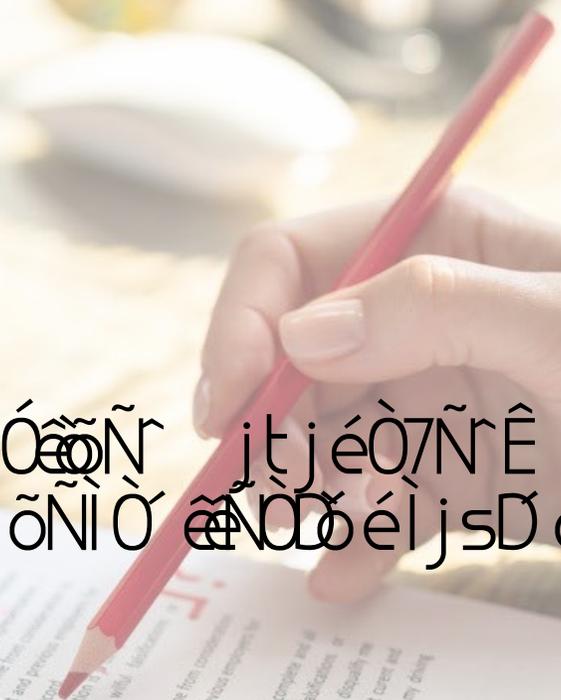
# Pompes hybrides - Fonction de basal automatique

## Phase d'extension (total de 15 mois)





r' ó ũÑr ùx0ãÑr jt jé07Ñr Ê  
 mé0Đ é õÑi 0j ~juMĩ õÑi 0' éÑĐ éi jsĐ ó jĐsÑ



I certify that this application is true and accurate and contains no...  
 I understand that the Department of Transportation may disqualify me from...  
 if I provide false information, or omissions may disqualify me from...  
 I understand that the Department of Transportation may disqualify me from...  
 if I provide false information, or omissions may disqualify me from...  
 I understand that the Department of Transportation may disqualify me from...  
 if I provide false information, or omissions may disqualify me from...



# Pompes hybrides avancées- Fonction de basal ET de correction automatique

## Tandem T-Slim en mode Control-IQ



- Utilise les données transmises par le Dexcom G6 pour prédire la glycémie dans les 30 prochaines minutes
- Ajuste l'administration d'insuline en conséquence
- Administration automatique de bolus de correction PRN (jusqu'à 1/heure)

t:slim X2 with Control-IQ (Tandem, San Diego, California, USA)

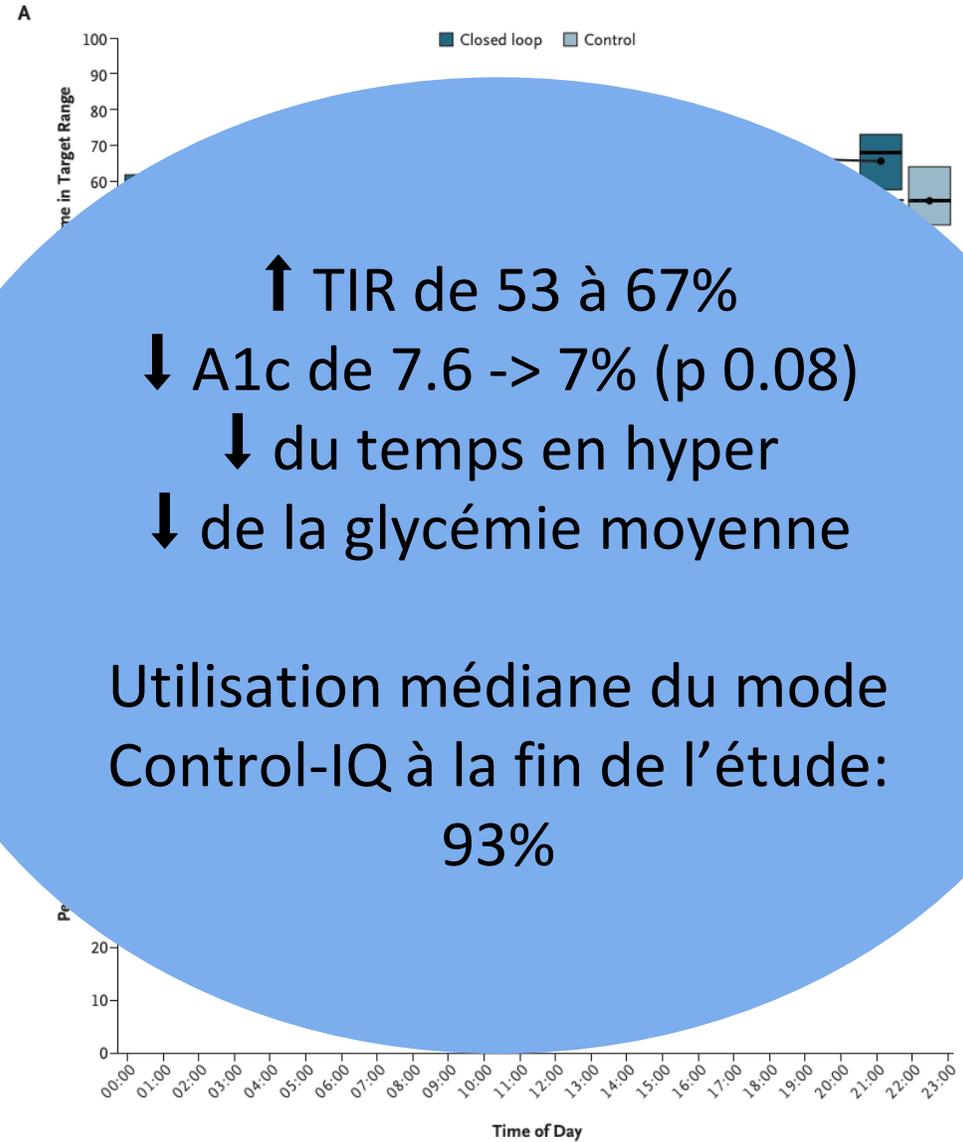
# Pompes hybrides avancées- Fonction de basal ET de correction automatique

## Tandem T-Slim en mode Control-IQ

		 Control-IQ	 zzz Activité Sommeil	 Activité Exercice
 <b>Administre</b>	Administre un bolus de correction automatique si la glycémie prédite est supérieure à ____ mmol/L	10	--	10
 <b>Augmente</b>	Augmente l'administration de l'insuline basale si la glycémie prédite est supérieure à ____ mmol/L	8,9	6,7	8,9
 <b>Maintient</b>	Maintient les réglages du profil personnel en cours lorsque la glycémie se situe entre ____ et ____ mmol/L	6,25 - 8,9	6,25 - 6,7	7,8 - 8,9
 <b>Diminue</b>	Diminue l'administration de l'insuline basale si la glycémie prédite est inférieure à ____ mmol/L	6,25	6,25	7,8
 <b>Arrête</b>	Arrête l'administration de l'insuline basale si la glycémie prédite est inférieure à ____ mmol/L	3,9	3,9	4,4

r' ó ûÑr ùxÓëÑr jtjé07ÑrÊ  
mé0Đé õÑi Ój^j uMVi õÑi  
ò ãÑ0Đéi jsĐ ó jĐsÑ

## Étude pédiatrique randomisée-contrôlée de 6 mois



↑ TIR de 53 à 67%  
↓ A1c de 7.6 -> 7% (p 0.08)  
↓ du temps en hyper  
↓ de la glycémie moyenne

Utilisation médiane du mode  
Control-IQ à la fin de l'étude:  
93%

Figure 1. Percentage of Time with the Glucose Level in the Target Range.

Brown SA et al., NEJM(2019), Six-Month Randomized, Multicenter Trial of Closed-Loop Control in Type 1 Diabetes

# Pompes hybrides avancées- Fonction de basal ET de correction automatique

## MiniMed 780G



- Compatible avec le Guardian 3 et 4 (qui n'a pas besoin de calibration)
- Ajuste l'administration d'insuline basale en fonction de la glycémie en temps réel
- Administration automatique de bolus de correction q 5 minutes PRN

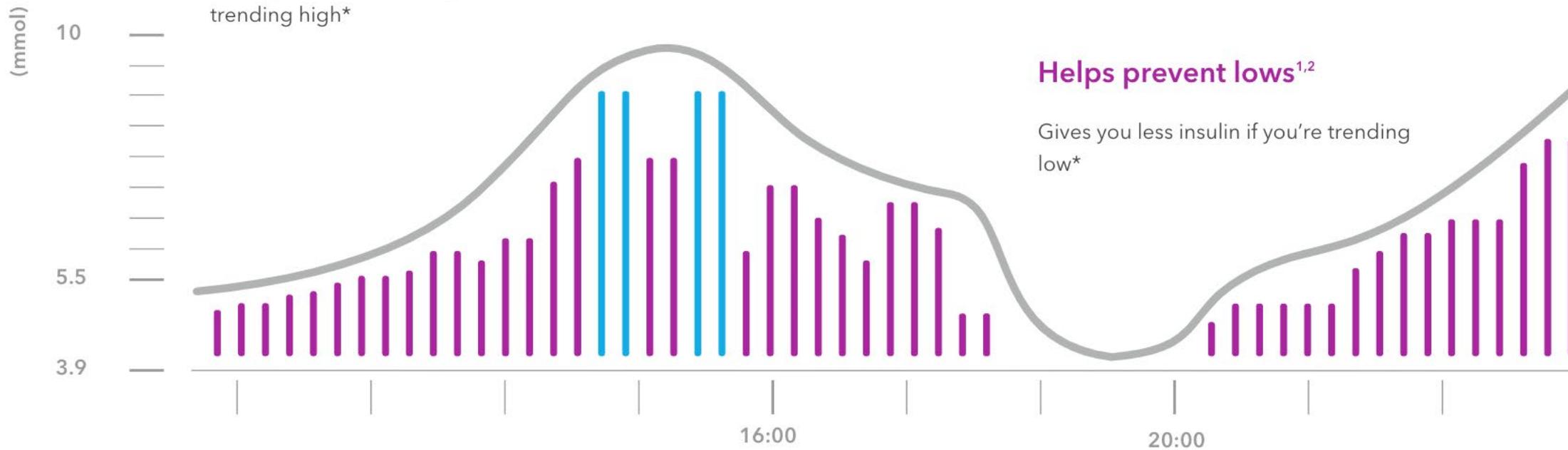


r'ó ûÑr ùxÓëÑr jtjé07ÑrÊ  
 mé0Đé õÑiÓj^juMĩõÑiÕ ãÑĐéijsĐ ó jĐsÑ

## MiniMed 780G

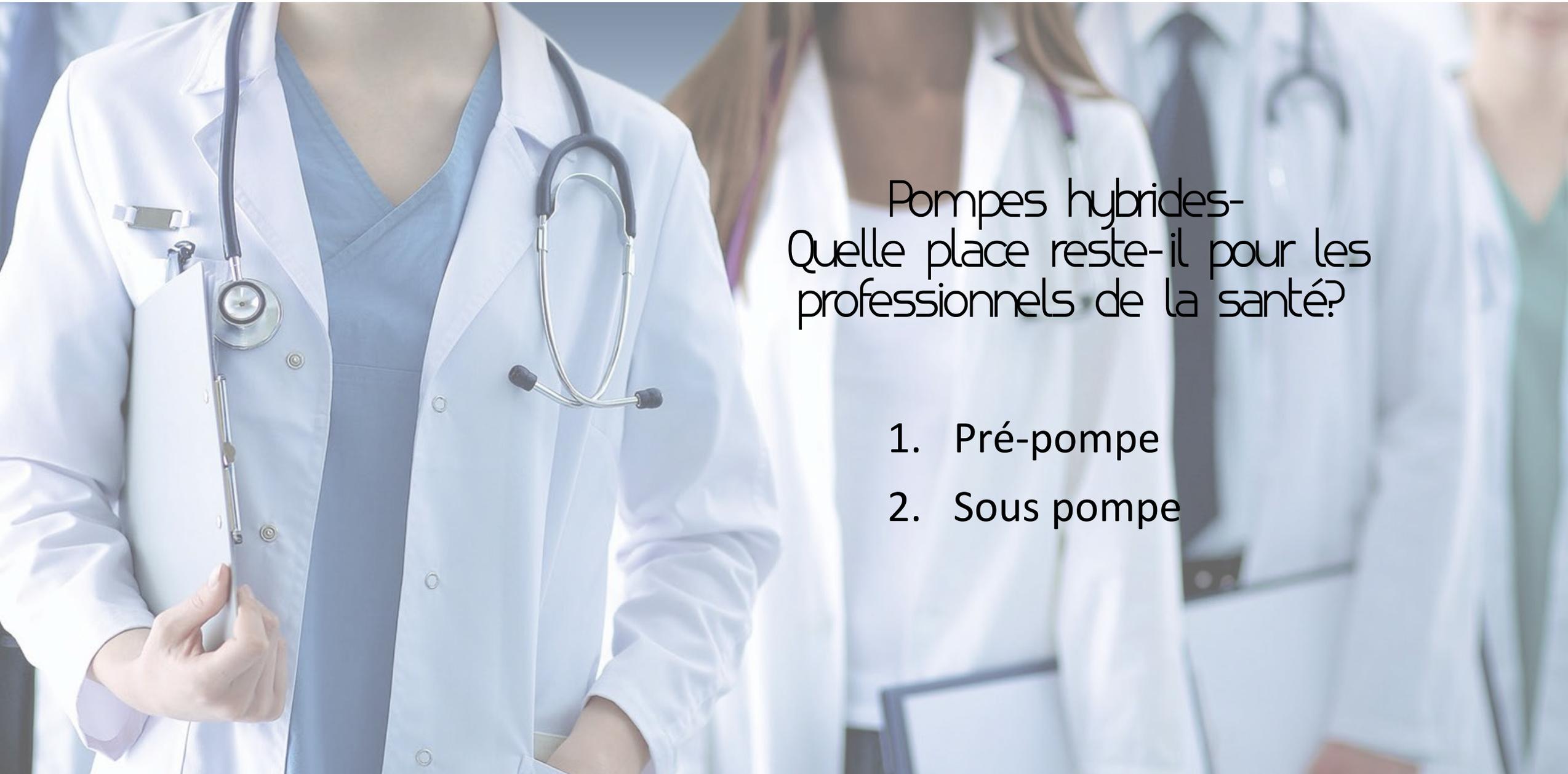
### Helps prevent highs<sup>1,2</sup>

Gives you more insulin if you're trending high\*



### Helps prevent lows<sup>1,2</sup>

Gives you less insulin if you're trending low\*



Pompes hybrides-  
Quelle place reste-il pour les  
professionnels de la santé?

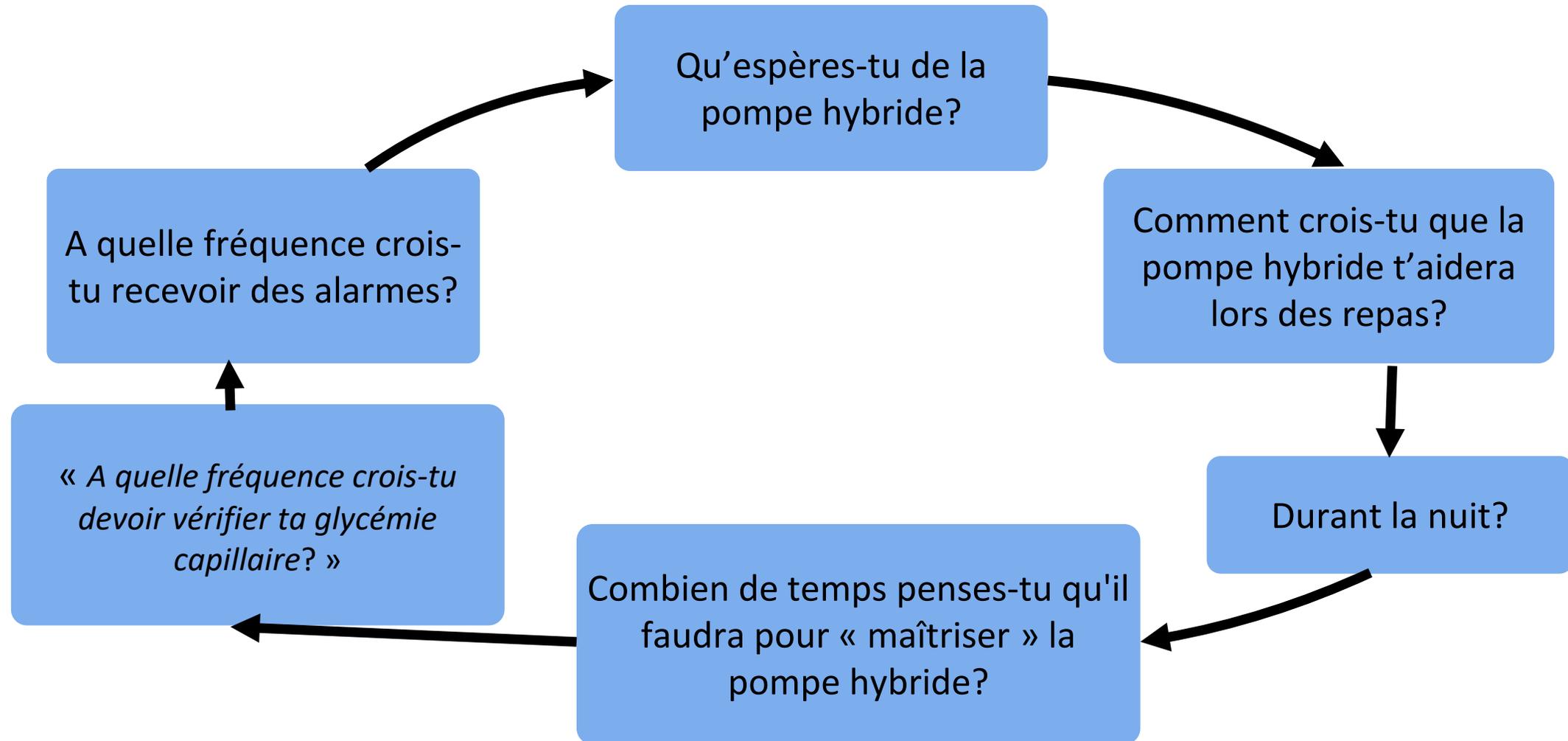
1. Pré-pompe
2. Sous pompe

# Rôle pré-pompe

## 1. Aborder les attentes du patient



# Attentes du patient



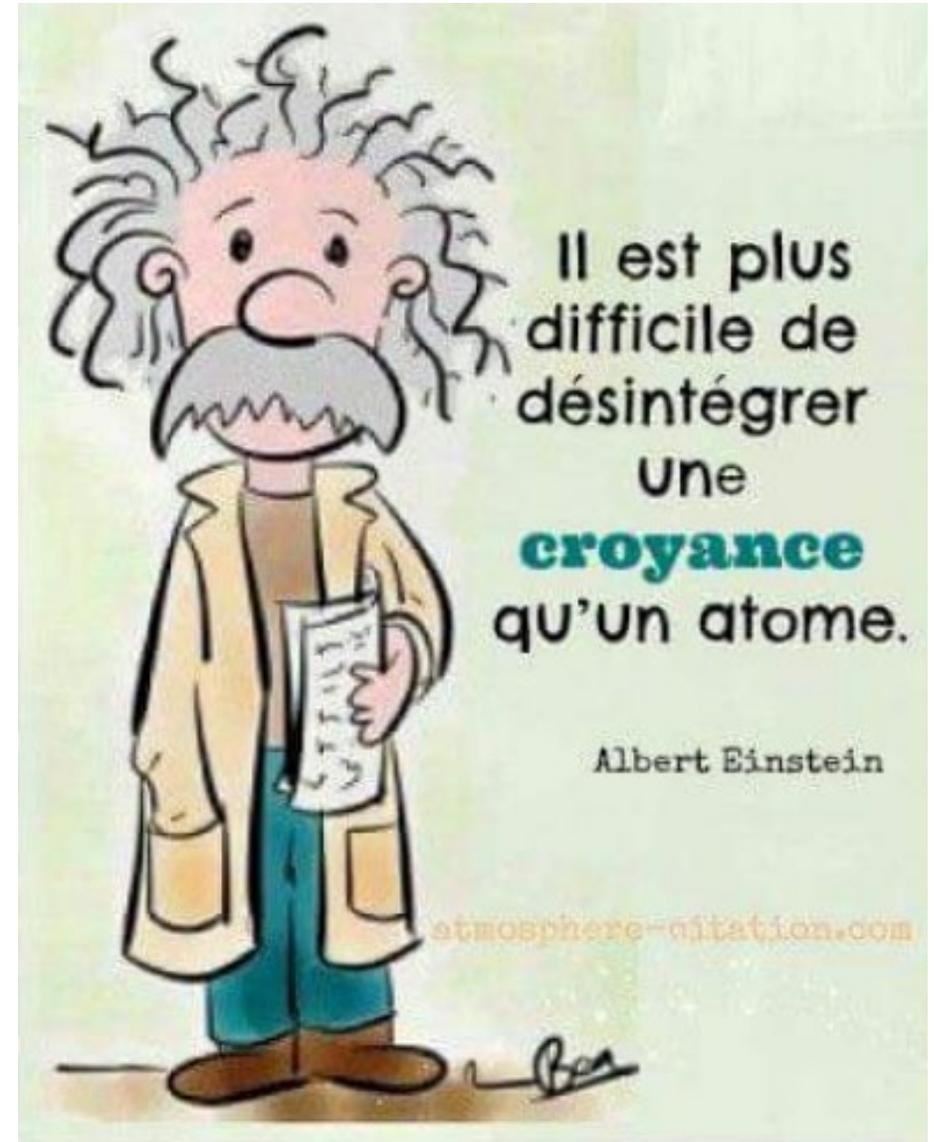
# Rôle pré-pompe

## 2. Déconstruire les mythes concernant la pompe hybride

« Je n'ai pas besoin de donner de bolus. »

« La pompe hybride s'adapte à mon rythme de vie. »

« La pompe hybride fonctionne toute seule. »





Touñ ûe/Eû' ó ûÑ



3. Déterminer si le patient est un « bon » candidat pour la pompe hybride

- ▶ À l'aise de porter à la fois une pompe et un CGM
- ▶ En mesure de calculer ses glucides et donner ses bolus avant les repas
- ▶ Prêt à se donner 1-2 mois (min) pour s'habituer au nouveau système
- ▶ En mesure de « faire confiance » au système

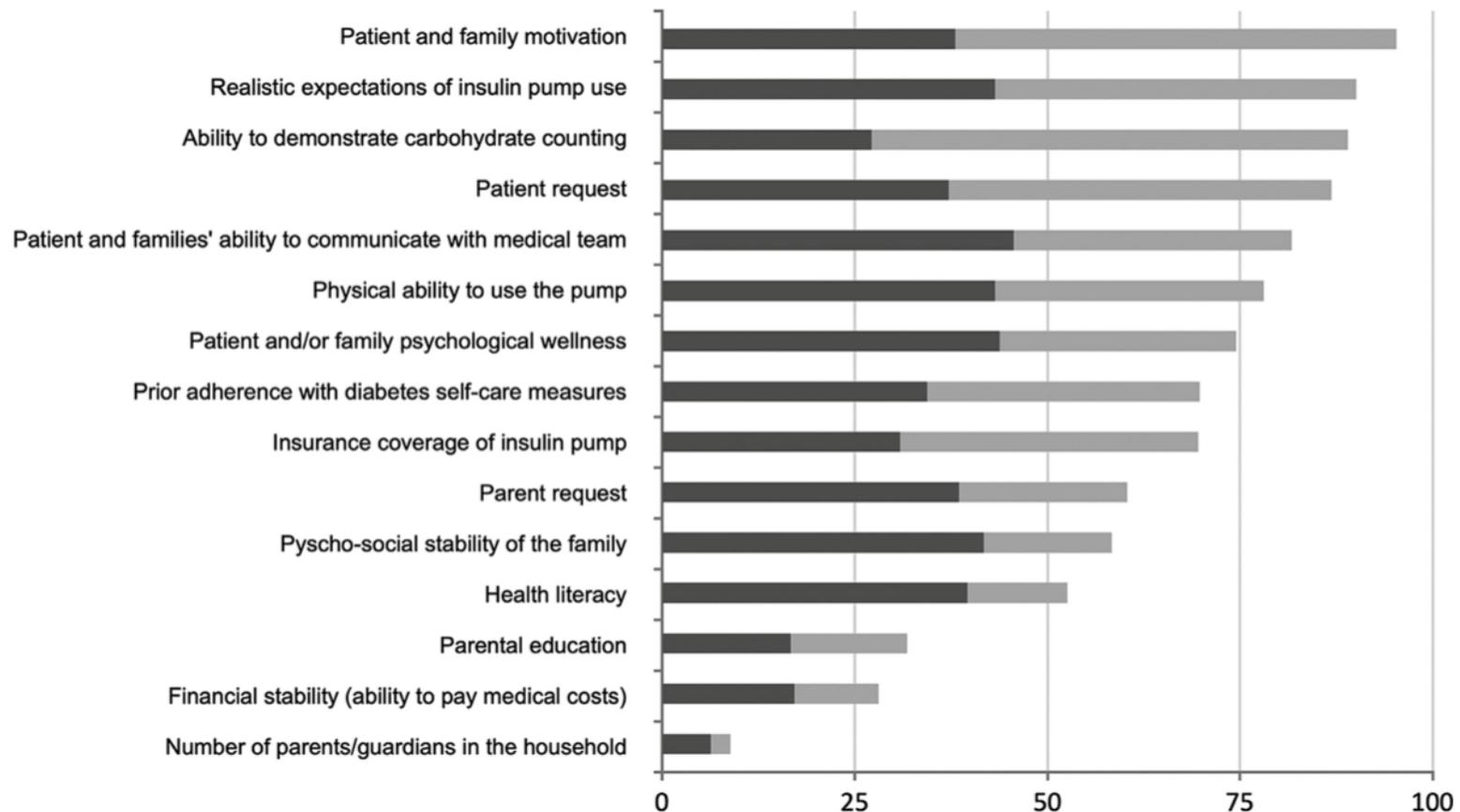
# Patients sous pompe- Nbs biais de sélection...

**TABLE 2** Prescriber reports of objective requirements for insulin pump prescription

Reported requirements	n (%)
Do you require minimum number of daily blood glucose checks?	
No	46 (24)
Yes	146 (76)
0-3 checks	9 (6.2)
4-5 checks	132 (90.4)
6 or more checks	5 (3.4)
Do you require minimum number of visits per year?	
No	100 (52.1)
Yes	92 (47.9)
2-3 visits	55 (59.8)
4 or more visits	37 (40.2)
Do you require patients meet certain HbA1c criteria?	
No	145 (75.5)
Yes	47 (24.5)
8%	5 (10.6)
9%	21 (9)
10%	

- # de glycémies par jour (76%)
- # de visites par année (47,9%)
- HbA1c (24,5%)
- Durée depuis le dx (44,5%)

\*Select all that apply



**FIGURE 2** Provider report of patient/family factors that are important (dark gray) and very important (light gray) in decision to initiate insulin pump (% of providers) Fredette M et al., Diabetes Care (2021), Self-reported insulin pump prescribing practices in pediatric type 1 diabetes

# Rôle pré-pompe

3. Déterminer si le patient est un « bon » candidat pour la pompe hybride

Selon vous, quels sont les patients « à risque »?



Diabète. Les patients, ils s'impliquent peu dans la prise en charge de leur diabète

## Patients « non-compliants » qui s'impliquent peu dans la prise en charge de leur diabète

- Omettent régulièrement des doses d'insuline
- N'interviennent pas en situation d'urgence (ex: hyperglycémie marquée)
- N'ajustent pas leur traitement
- Ne vont pas chez le médecin

Est-ce toujours vrai???

Est-ce adéquat???



# Patients «à risque» sous pompe hybride- Les «non-compliants»: Bénéfice potentiellement + important??

- Peu d'études pour l'instant dans cette population

-Tendances:

- Amélioration de l'A1c
- Amélioration du TIR
- Potentiel même chez les patients donnant peu leurs bolus

**Table. Mean CGM-Measured Glycemic Outcomes in Baseline Hemoglobin A1C Subgroups in the International Diabetes Closed-Loop (iDCL) Trial**

		Baseline Hemoglobin A1C (%)									
		<6.5 (n=14)		6.5 to <7 (n=24)		7 to <8 (n=45)		8 to <8.5 (n=15)		≥8.5 (n=14)	
		Base	Δ	Base	Δ	Base	Δ	Base	Δ	Base	Δ
% time 70-180 mg/dL	<b>Overall</b>	<b>78.9</b>	<b>+7.1</b>	<b>69.1</b>	<b>+8.7</b>	<b>61.9</b>	<b>+8.3</b>	<b>51.9</b>	<b>+13.4</b>	<b>33.6</b>	<b>+22.5</b>
	Daytime	79.7	+5.4	70.4	+6.4	62.9	+5.9	51.1	+12.0	33.3	+19.6
	Night time	76.8	+11.9	65.5	+15.3	58.8	+15.3	54.7	+17.4	34.0	+31.5
% time below 70 mg/dL	<b>Overall</b>	<b>6.43</b>	<b>-4.43</b>	<b>4.55</b>	<b>-2.81</b>	<b>3.32</b>	<b>-1.65</b>	<b>2.17</b>	<b>-0.78</b>	<b>1.45</b>	<b>-0.63</b>
	Daytime	5.67	-3.61	4.50	-2.70	3.41	-1.66	1.78	-0.40	1.25	-0.47
	Night time	8.65	-6.84	4.57	-3.02	3.03	-1.61	3.28	-1.87	2.06	-1.10
% time above 180 mg/dL	<b>Overall</b>	<b>14.7</b>	<b>-2.7</b>	<b>26.4</b>	<b>-5.9</b>	<b>34.8</b>	<b>-6.6</b>	<b>45.9</b>	<b>-12.6</b>	<b>65.0</b>	<b>-21.9</b>
	Daytime	14.6	-1.8	25.1	-3.7	33.7	-4.2	47.1	-11.6	65.4	-19.2
	Night time	14.5	-5.1	29.9	-12.3	38.2	-13.7	42.0	-15.5	64.0	-30.4

Ekhlaspour L et al., Diabetes Technology & Therapeutics (2022), Glycemic Outcomes in Baseline Hemoglobin A1C Subgroups in the International Diabetes Closed-Loop Trial.

Akturk HA et al., Diabetes Technology & Therapeutics (2022), Efficacy and Safety of Tandem Control IQ Without User-Initiated Boluses in Adults with Uncontrolled Type 1 Diabetes



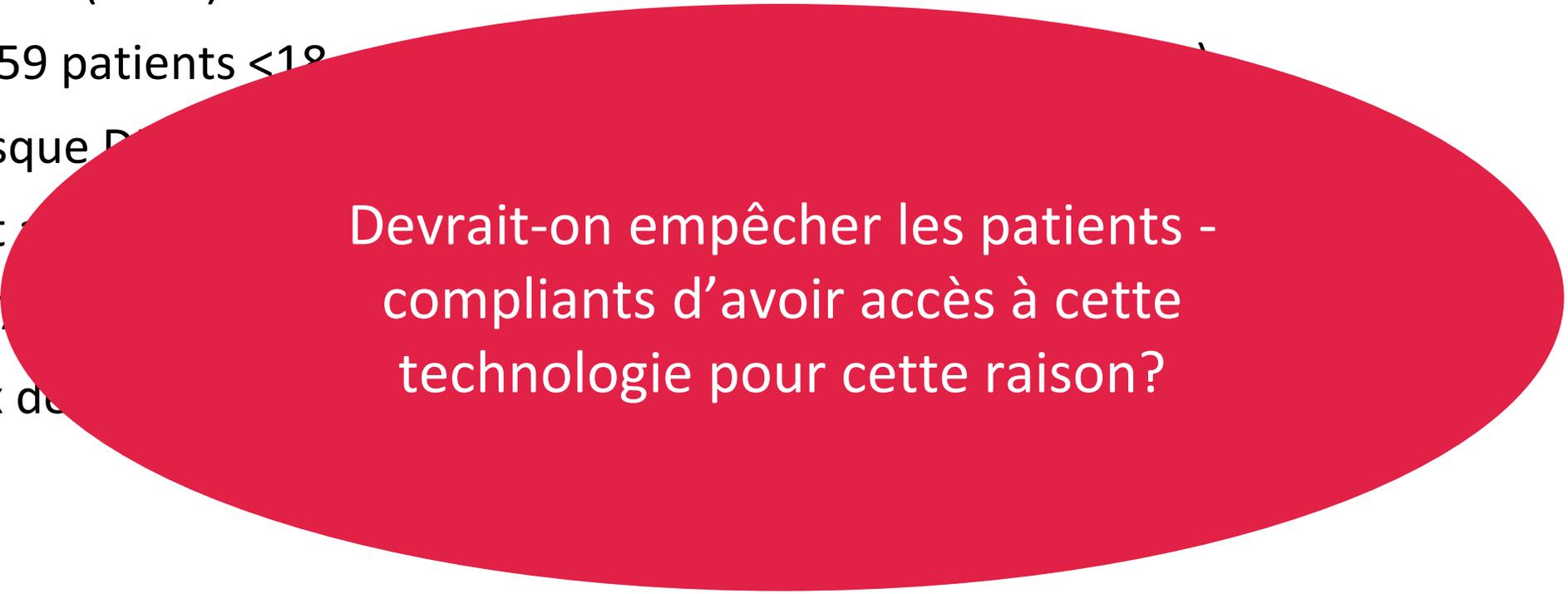
Devrait-on empêcher les patients -  
compliance d'avoir accès à cette  
technologie pour cette raison?

• Maahs et al. (2015)-

- 49,859 patients <18
- ↓ risque DKA

• Karges et al.

- 30,5%
- Taux de



Maahs D et al., Diabetes Care (2015), Rates of Diabetic Ketoacidosis: International Comparison With 49,859 Pediatric Patients With Type 1 Diabetes From England, Wales, the U.S., Austria, and Germany  
Karges B et al., JAMA (2017), Association of Insulin Pump Therapy vs Insulin Injection Therapy With Severe Hypoglycemia, Ketoacidosis, and Glycemic Control Among Children, Adolescents, and Young Adults With Type 1 Diabetes.

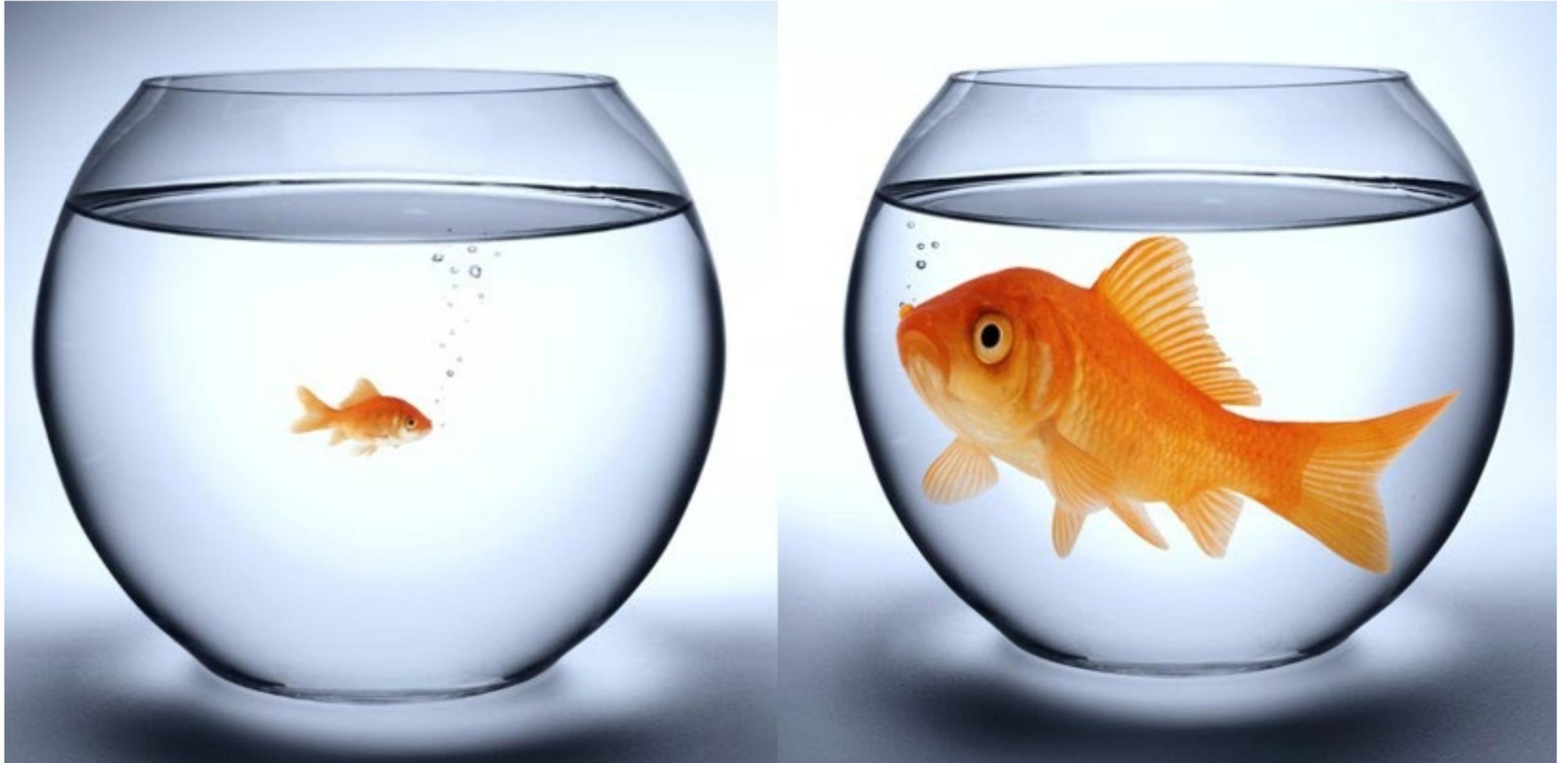
# Patients «à risque » sous pompe hybride

## Patients « au contrôle excessif »

- Comportement obsessionnel dans la prise en charge du diabète
- Anxiété marquée
- Désir d'un contrôle glycémique parfait
- « Microgestion »
  - Ou tendance à outrepasser les paramètres de la pompe ou les instructions

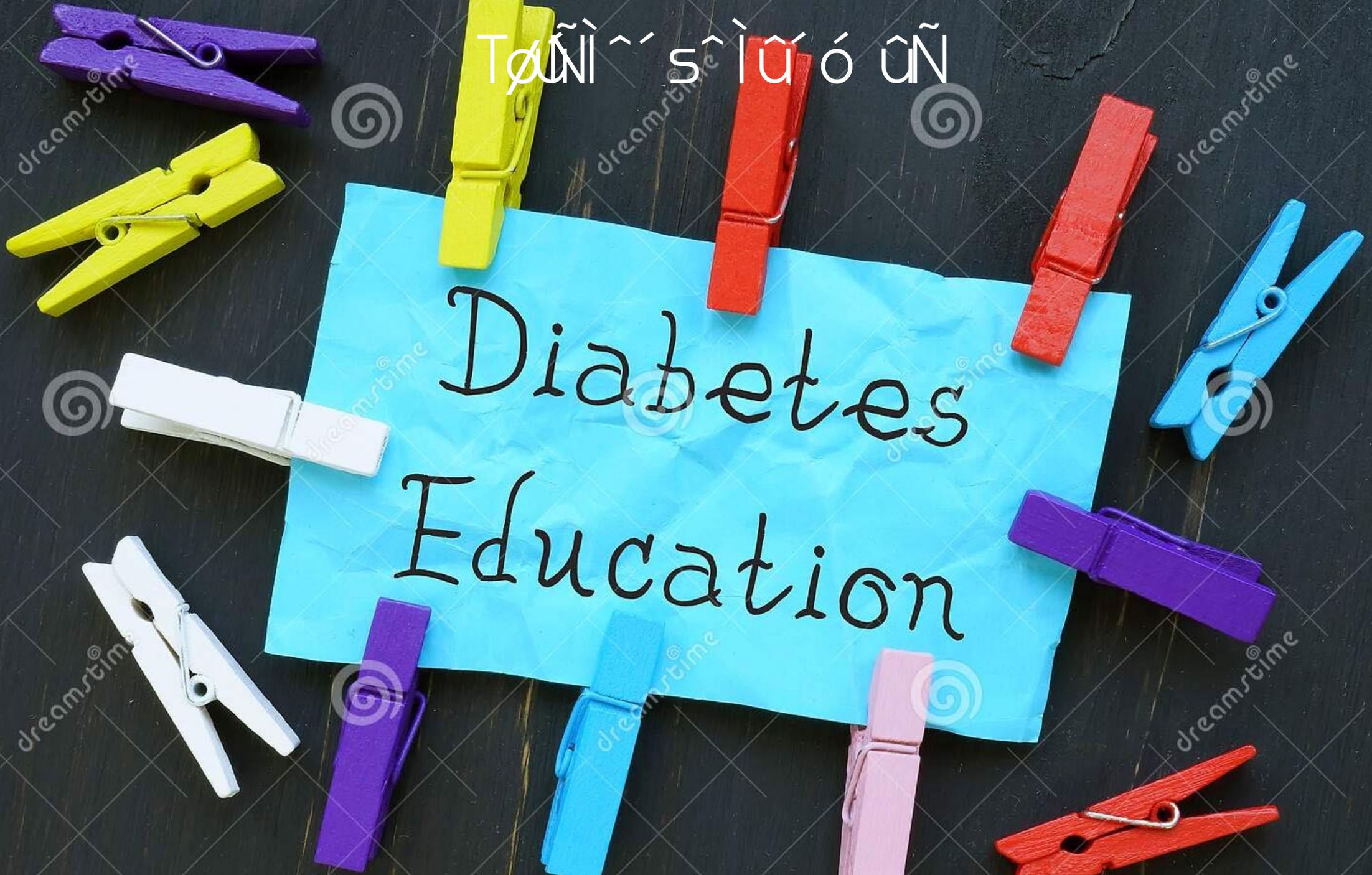


4. Aider le patient dans son choix de pompe



Tõõñî` `s`ì`ú`ó` ùñ

Diabetes  
Education



# Rôle sous pompe- Éducation

1. « Techniques » p/r à la pompe

2. Théorie sur le fonctionnement de la pompe à insuline

Quelles sont les connaissances « essentielles »?

# Rôle sous pompe- Éducation

## **Algorithme CARES:**

- C: Calculer
- A: Ajuster
- R: Retour en arrière
- E: Éduquer
- S: « Senseur »/Partage des données

Touñ s'j'ó uñ  
-esj'ée

## Algorithme CARES:

- C: Calculer
  - A: Ajuster
  - R: Retour en arrière
  - E: Éduquer
  - ~~S: « Senseur »/Partage des données~~
-



# Rôle sous pompe- CARES: C pour calculer

Comment le système calcule l'insuline automatique?

- **Sur quelle dose d'insuline l'algorithme se base-t-il?**
  - DQT des jours précédant (2-6jrs) (M-O) vs DQT/poids rapportés par le patient (T)
- **Quelles composantes de l'administration d'insuline sont automatiques?**
  - Suspension du basal
  - Glycémie-cible vs plage glycémique
  - Basal automatique calculé par l'algorithme q 5 min (M-O) vs modulation du basal programmé (T)
  - Seuil du bolus de correction automatique (si applicable)



## Rôle sous pompe- CARES: A pour Ajuster

**Comment l'utilisateur peut-il ajuster l'administration d'insuline pour améliorer la performance du système?**

- **Quels paramètres peuvent-être ajustés pour modifier l'administration d'insuline en mode automatique?**
  - Ratios glucidiques
  - Facteur de sensibilité pour les corrections (O-T)
  - Glycémie-cible (M-O) vs plage glycémique ajustable (T)
  - Durée d'action de l'insuline (M)
  - Débits de base (T)



Touñ s'îú ó ûÑÊ  
 LKTUÑ TÌÚ sè TÑĐ sèÑé j eöÑ

## Retour en mode « pompe standard »

- **À quel moment l'utilisateur doit-il choisi de retourner en mode « standard »?**
  - Utilisation de fonctions non-disponibles en mode hybride (basal temporaire, bolus duo)
  - A considérer si:
    - Maladie aiguë (ou Rx) entraînant hyperglycémie
    - Cétose
    - Diminution des apports per os
  
- **Dans quels contextes le système retournera en mode « standard »?**
  - Perte de données du CGM (ou doute sur sa fiabilité (M))
  - Hyperglycémie persistante (M)
  - Seuils d'administration d'insuline maximum ou minimum atteint (M)



# Rôle sous pompe- CARES: E pour Éduquer

## Quels sont les concepts-clé des pompes hybrides?

- ↓ du # de glucides pour traiter les hypoglycémies
  - Sensation d'hypo non avérée possible si mauvais contrôle antérieur...
- Importance du « pré-bolus » lors des repas
- Bolus prolongé possible
- Suivre les recommandations de la pompe:
  - Ne pas donner davantage que les bolus recommandés
  - Faire une glycémie manuelle lorsque recommandé (M)
- Paramètres à privilégier pour les ajustements (ex: ratios, FS (O-T), basal (T))

C: Calculer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment l'algorithme calcule l'administration d'insuline?</li> <li>• Quelles composantes de l'administration d'insuline sont automatiques (ex: suspension du basal, modulation du basal, correction des hyperglycémies, bolus prandiaux, etc.)?</li> </ul>
A: Ajuster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment l'utilisateur peut-il ajuster l'administration d'insuline?</li> <li>• Quels paramètres peuvent-êre ajustés pour modifier l'administration d'insuline en mode automatique (ex: ratios glucidiques, durée d'action de l'insuline, débits de base, facteur de sensibilité, etc)?</li> </ul>
R: Retour en arrière	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À quel moment l'utilisateur doit-il choisi de retourner en mode «standard»?</li> <li>• Dans quels contextes le système retournera en mode «standard»?</li> </ul>
E: Éduquer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels sont les concepts-clé (ex: éducation de base, trucs et astuces, meilleures pratiques, etc)?</li> <li>• Comment l'utilisateur peut-il optimiser le temps utilisant les fonctionnalités automatisées?</li> <li>• Où peut-on retrouver des ressources d'information additionnelles?</li> </ul>
S: Senseur/Partage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelles sont les caractéristiques pertinentes du senseur (ex: calibration, durée de vie, etc)?</li> <li>• Quelles sont les capacités du système pour la surveillance à distance et le partage virtuel de données?</li> </ul>



Rôle sous pompe-  
Éducation



Quelles stratégies  
faciliteraient une  
meilleure intégration  
et application de ces  
connaissances?



Tổn thất sức khỏe  
- 50% Đẻ

Placer le patient et sa famille au centre du processus d'apprentissage.



# Rôle sous pompe- Éducation

Baser l'enseignement  
sur des connaissances  
significatives pour le  
patient.





# Rôle sous pompe- Éducation

Le patient doit  
pouvoir se  
reconnaître dans les  
notions enseignées.





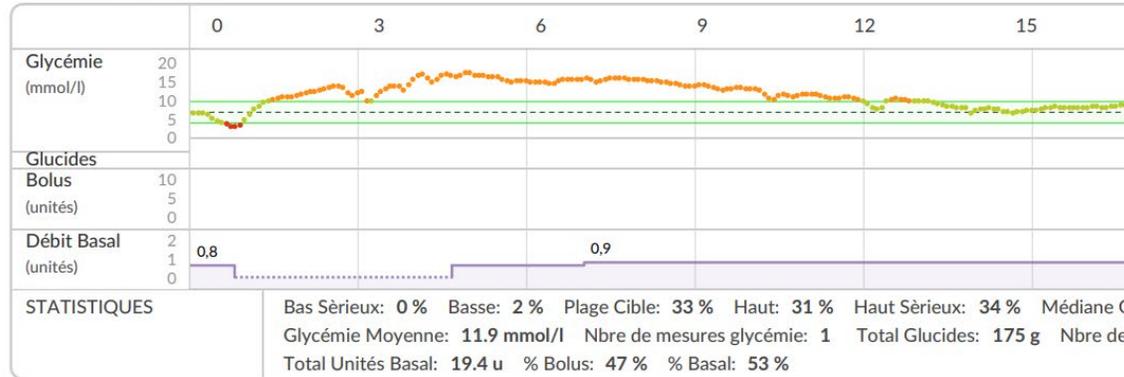
Touñ s'îú ó ûÑÊ  
-ēsÒjĐé

Attention avec les cours de groupe...

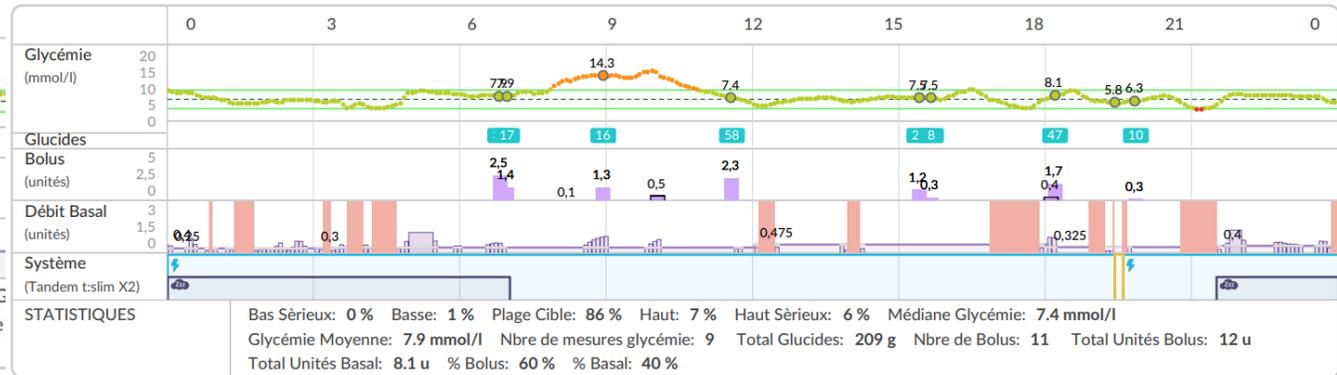


# Rôle sous pompe- Enseignement de groupe

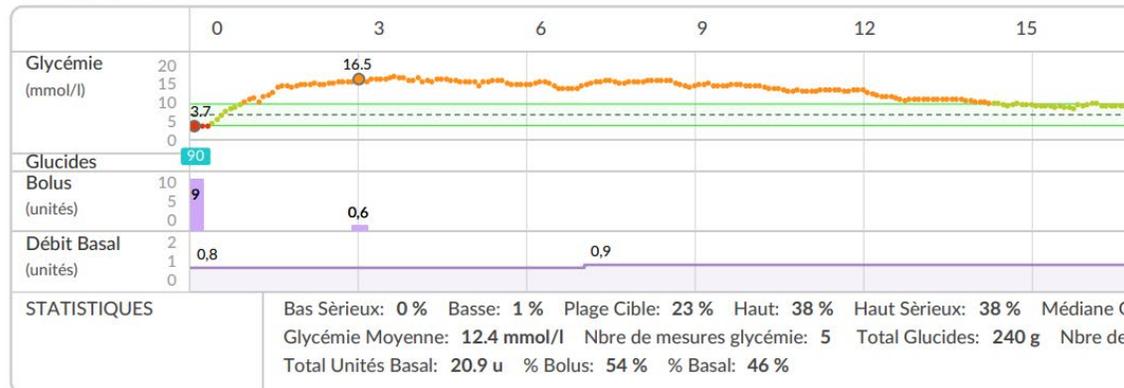
12 novembre 2022



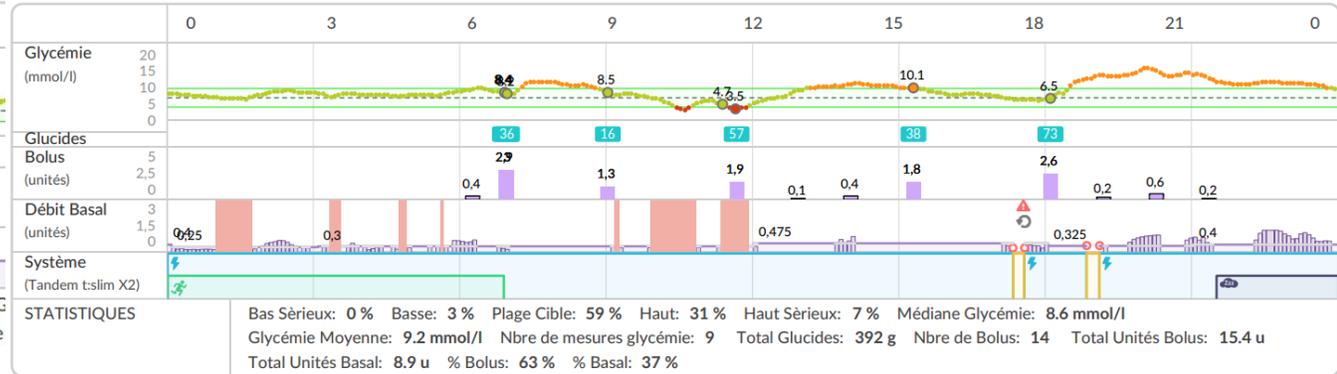
29 septembre 2022



11 novembre 2022



28 septembre 2022



Pompe standard

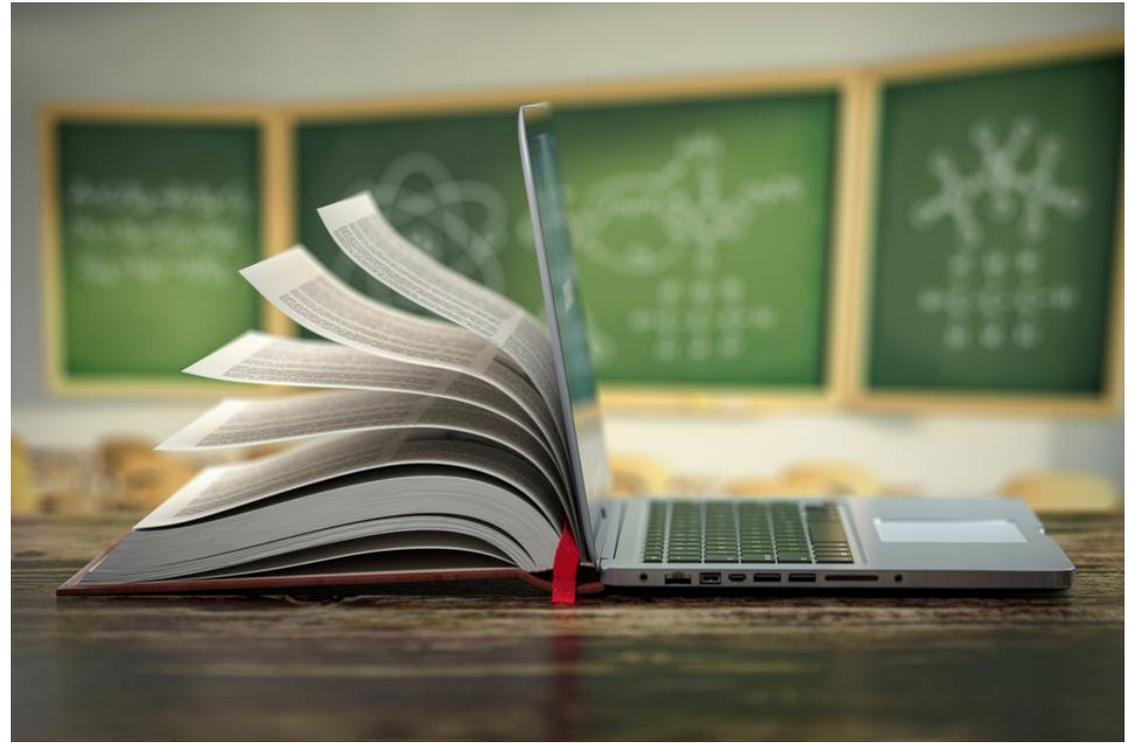
Pompe hybride



Toujours s'adapter à  
- les besoins

Avoir des approches didactiques variées

Ne pas négliger l'importance de la formation continue!



Comme équipe médicale,  
devrions-nous ajuster nos attentes???



**POSSIBLE**

**im**

*The* **NEW ENGLAND**  
**JOURNAL** *of* **MEDICINE**

ESTABLISHED IN 1812

SEPTEMBER 29, 2022

VOL. 387 NO. 13

**Multicenter, Randomized Trial of a Bionic Pancreas in Type 1  
Diabetes**

Bionic Pancreas Research Group\*



# L'éducation



- Importance de bien connaître les différentes pompes disponibles afin de bien conseiller nos patients.
- Importance d'avoir des approches éducatives multiples et adaptées aux patients/familles.
- Le rôle de l'équipe médicale est en pleine évolution; il faudra donc continuer à s'adapter!

Thankful  
&  
Grateful

Thank you!

Merci!

Give  
Thanks

Give  
THANKS

Thank You!

Merci  
Beaucoup

Grazie!

Thank  
you!