

# INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE DIABETE DE TYPE 1

## LA BOUCLE FERMÉE

Dr MUNCH Marion  
Réunion APHAL du 23/11/2021

# Les synonymes

Boucle  
fermée

Boucle fermée  
hybride

Pancréas  
artificiel

délivrance automatisée  
d'insuline

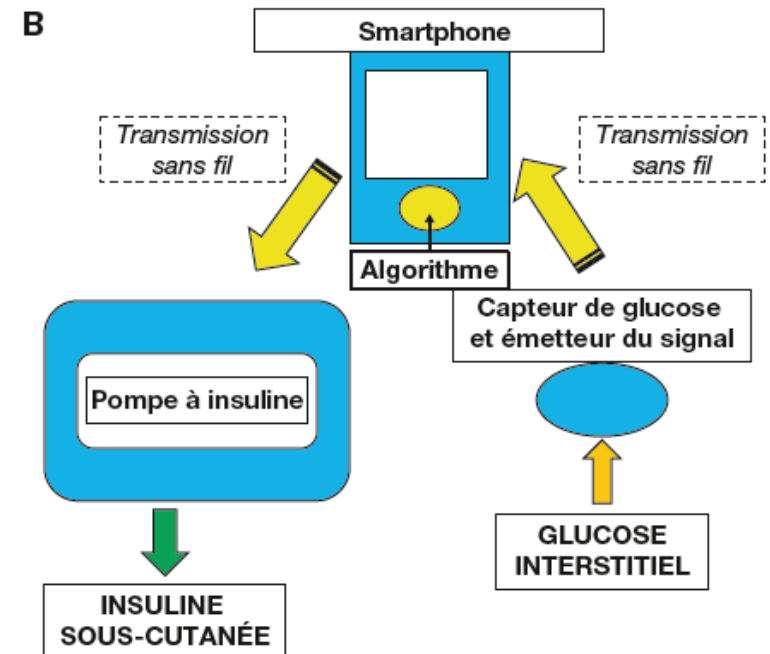
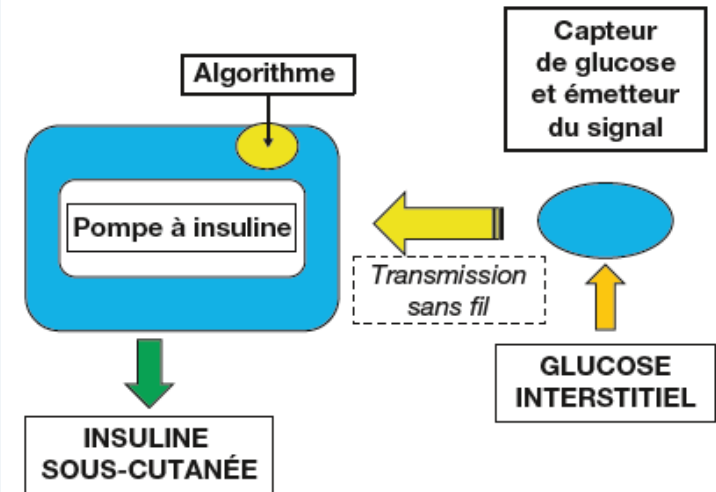
délivrance semi-  
automatisée d'insuline

Advanced Hybrid Closed-  
Loop (AHCL)

# Concept

- Concept évoqué depuis les années 1960 ; première démonstration clinique en 2008, mise à disposition récente
- Système couplé :
  - Pompe à insuline
  - Capteur de glucose
  - Algorithme intégré dans la pompe ou dans le smartphone
- Délivrance automatisée d'insuline, basée sur les valeurs de glucose actuelles et prédites du capteur, afin de maintenir la glycémie dans la cible.

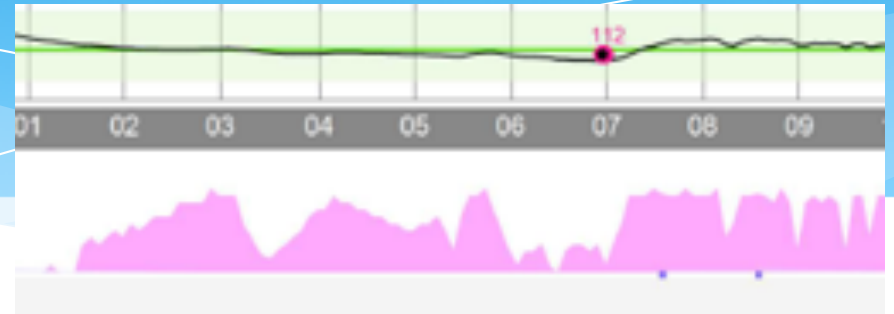
A Mise en place de l'insulinothérapie automatisée en boucle fermée : position d'experts français, Benhamou *et al.*, 2020



# Objectifs

- **Intensifier le contrôle glycémique** pour limiter le risque de complications à moyen terme chez le DT1 (étude DCCT 1993)
- Sans majorer les **hypoglycémies** qui sont délétères
- Limiter la **variabilité glycémique** et les écarts hypo/hyper
- Atteindre les cibles de mesure continue du glucose recommandées :
  - >70% du temps passé dans la cible (TIR) entre 70-180 mg/dl
  - <4% du temps sous la cible <70mg/dl
    - <1% du temps <54mg/dl
    - <25% du temps au-delà de la cible >180mg/dl
    - <5% du temps >250mg/dl
- Difficilement atteignable avec les systèmes standards, au prix d'un fort investissement du patient et d'une baisse de la qualité de vie

# Concept



## Fonctionnement automatisé :

- ✓ Mesure du glucose interstitiel / 5 min par le capteur, transmission à la pompe
- ✓ Débit basal d'insuline modulé toutes les 5min environ en fonction des données de glycémie actuelles et prédictives du capteur
  - ✓ Diminution du débit basal à la baisse de la glycémie « Arrêt avant hypo »
  - ✓ Suspension du débit basal
  - ✓ Augmentation du débit basal à la hausse de la glycémie
- ✓ **Micro-bolus correctifs** si hyperglycémie non maîtrisée par l'augmentation du débit basal (selon les systèmes)

# Limites de l'automatisation

Ce qui reste à la charge du patient :

➤ Annonce des repas :

➤ Annonce de la **quantité de glucides**



➤ L'assistant bolus détermine le bolus repas en fonction de la quantité de glucides et du ratio glucidique

➤ Annonce de l'activité physique :



➤ À anticiper 1-2h avant le début de l'activité et pendant toute la durée

➤ Objectif glycémique à **150 mg/dl**

➤ Contraintes techniques, et selon les systèmes : calibrations

# Patients cible chez l'adulte

## Pré-requis :

- DT1 depuis au moins 6 mois
- Formé en éducation thérapeutique et au comptage des glucides
- Maîtrise des dispositifs de pompe et de mesure continue du glucose
- S'engageant à respecter un parcours de soin spécifique

## Indications :

- **Objectifs métaboliques non atteints** (HbA1c, temps dans la cible, temps en hypoglycémie)
- et/ou **Qualité de vie altérée** (contraintes de gestion du diabète au quotidien et/ou charge mentale liée au diabète)

## Etudes en cours :

- Diabète de type 2
- Diabète pancréatoprive

**Attention :** en cas d'HbA1c >10%, prendre en compte le risque d'aggravation de la rétinopathie/ neuropathie lié à la normalisation glycémique rapide

# Patients cible en pédiatrie

## Indication prioritaire et urgente :

- Objectifs glycémiques souvent non atteints, équilibre catastrophique chez l'adolescent
- Risque de complications à long terme++ (DT1 avant 10 ans : perte d'espérance de vie de 17,7ans)
- Diabète instable
- Fardeau psychologique pour l'enfant et ses parents / insertion sociale

## Pré-requis :

- Âge > 6 ans
- Pompe à insuline depuis 6 mois
- Maîtrise du comptage des glucides et de l'insulinothérapie fonctionnelle, mesure continue du glucose
- Engagement à respecter le parcours de soin spécifique

## Indications :

- Objectifs non atteints (hypoglycémies / hyperglycémies / variabilité glycémique / HbA1c)
- et/ou besoin d'amélioration de la qualité de vie de l'enfant et des parents



# Bénéfices

| Système [Référence] | A1c Base line (%) | A1c delta (%) | TIR 70-180 mg/dL BO (%) | TIR 70-180 mg/dL BF (%) | TIR 70-180 mg/dL delta (%) | TBR < 70 mg/dL BO (%) | TBR < 70 mg/dL BF (%) | TBR < 70 mg/dL delta (%) |
|---------------------|-------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| CamAPS FX [12]      | 8,3               | -0,36         | 54,0                    | 65,0                    | +10,8                      | 3,5                   | 2,6                   | -0,8                     |
| DBLG1 [15]          | 7,6               | -0,15         | 59,4                    | 68,5                    | +9,2                       | 4,3                   | 2,0                   | -2,4                     |
| Control-IQ [17]     | 7,4               | -0,33         | 59,1                    | 71,0                    | +11                        | 2,2                   | 1,6                   | -0,9                     |
| 670G [21]           | 7,4               | -0,5          | 68,8                    | 73,8                    | ND                         | 6,4                   | 3,4                   | ND                       |

BO : boucle ouverte ; BF : boucle fermée ; TIR : time in range, temps dans la cible 70-180 mg/dL ; TBR : time below range, temps passé en dessous de 70 mg/dL

En moyenne, gain de 10% du temps passé dans la cible

Amélioration du contrôle glycémique, réduction de la peur de l'hypoglycémie, de la qualité de vie (anxiété, sommeil, confiance, charge mentale liée au diabète)

# Les systèmes disponibles en France

## Medtronic 780G

| MiniMed 780G<br>(Medtronic)                | MiniMed 780G   | Guardian sensor 3                           | Guardian Link 3<br>780G             | 780G  | Carelink   |
|--|--|---|-------------------------------------|---|--|
| Marquage CE<br>FDA approved<br>Âge ≥ 7 ans | · Réservoir 300 UI<br>· DTQ 8-250 UI/j<br>· Vitesse bolus :<br>1,5-15 UI/min | · Durée : 7 jours<br>· Calibrations : ≥ 2/j | · Durée : 18 mois<br>(rechargeable) | · Type : PID-IFB<br>· Cible glucose : 100 mg/dL<br>· Algorithme embarqué dans la pompe<br>· Repas : annonce quantitative des glucides<br>(ratios repas)<br>· Activité physique : Annonce manuelle<br>(cible glucose rehaussée à une cible<br>personnalisable) | Logiciel web<br>Même interface<br>patient et médecin<br>Application<br>smartphone<br>patient |



Non remboursé à ce jour

# Medtronic 780G

## Étude de vraie vie

4120 patients suivis pendant 54 +/- 36 jours

- HbA1c -0,4%
- TIR +12,1%

•75% des patients ont atteint leur cible d'HbA1c <7% versus 35% en boucle ouverte

•75% ont atteint l'objectif de TIR >70% versus 37% en boucle ouverte

Real-world Performance of the MiniMed™ 780G System: First Report of Outcomes from 4'120 Users

Da Silva *et al.*, Diabetes Technol Ther. 2021

# Diabeloop

| Diabeloop DBLG1<br>(Diabeloop)<br>Marquage CE<br>Not FDA approved<br>Âge ≥ 18 ans | Multiplés<br>(système<br>interopérable)<br>· Réservoir :<br>selon pompe<br>· DTQ 7-200 UI/j<br>· Vitesse bolus :<br>selon pompe | Dexcom G6<br>· Durée : 10 jours<br>· Calibration :<br>optionnelle | Dexcom G6<br>· Durée : 3 mois | DBLG1<br>· Type : algorithme multicouche optimisé<br>par machine learning<br>· Cible glucose : ajustable 100 à 130 mg/dL<br>· Algorithme dans un smartphone<br>· Repas : annonce quantitative des glucides<br>(ratios repas) ou annonce semi-quantitative<br>(petit-moyen-gros repas)<br>· Activité physique : annonce manuelle<br>de l'intensité (faible-moyenne-intense)<br>et de la durée<br>· Mode zen (minimisation du risque<br>hypoglycémique)<br>· Mode confidentiel (déconnection<br>temporaire de la plateforme de partage<br>de données) | Yourloops<br>Logiciel web<br>Même interface<br>patient<br>et médecin<br>Données<br>en temps réel |
|---|---|---|-------------------------------|---|--|
|---|---|---|-------------------------------|---|--|



Remboursé depuis septembre 2021

Mise en place de l'insulinothérapie automatisée en boucle fermée : position d'experts français, Benhamou et al., 2020

# Diabeloop

- 68 adultes dans 12 centres français
- Étude en cross over, 12 semaines de suivi par bras

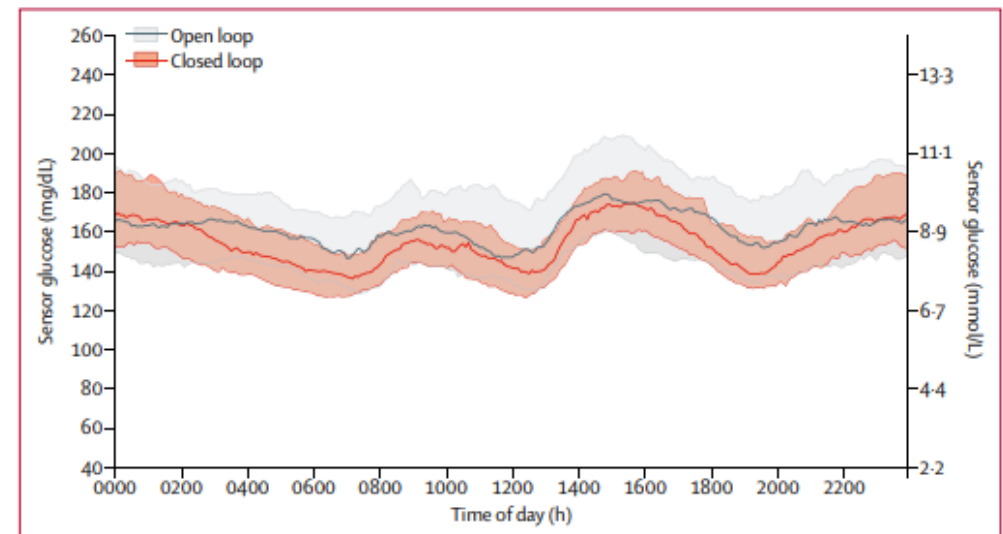


Figure 2: Median (IQR) sensor glucose concentrations during closed-loop and control periods for the 24 h duration over the study period  
The solid red line and red shaded areas represent the closed-loop period. The solid dark grey line and grey shaded areas represent the control period.

Closed loop insulin delivery in adults with type 1 diabetes in real life conditions: a multicentre, 12-week randomised crossover trial. Benhamou *et al.*, Lancet Digit Health 2019

|  | DBLG1 (n=63) | SAP (n=63)   | Paired difference* (95% CI) | p value |
|--|--------------|--------------|-----------------------------|---------|
| Time spent at glucose concentration                |              |              |                             |         |
| 3.9–10.0 mmol/L†                                   | 68.5% (9.4)  | 59.4% (10.2) | 9.2% (6.4 to 11.9)          | <0.0001 |
| 4.4–7.8 mmol/L                                     | 39.3% (7.9)  | 33.5% (7.9)  | 5.8% (3.7 to 7.9)           | <0.0001 |
| >10.0 mmol/L                                       | 29.5% (10.2) | 36.3% (10.2) | -6.8% (-9.7 to -3.9)        | <0.0001 |
| >13.9 mmol/L                                       | 7.4% (6.3)   | 11.7% (6.3)  | -4.3% (-6.2 to -2.4)        | <0.0001 |
| >16.7 mmol/L                                       | 2.4% (3.1)   | 4.3% (3.1)   | -2.0% (-3.0 to -1.0)        | 0.0002  |
| <3.9 mmol/L  | 2.0% (2.4)   | 4.3% (2.4)   | -2.4% (-3.0 to -1.7)        | <0.0001 |
| <3.3 mmol/L  | 0.8% (0.8)   | 2.0% (1.6)   | -1.3% (-1.6 to -0.9)        | <0.0001 |
| <2.8 mmol/L  | 0.2% (0.8)   | 0.7% (0.8)   | -0.5% (-0.7 to -0.3)        | <0.0001 |
| HbA <sub>1c</sub> change from baseline‡            | -0.29% (0.6) | -0.14% (0.6) | -0.15 (-0.33 to 0.03)       | 0.098   |
| HbA <sub>1c</sub> change from baseline‡ (mmol/mol) | -3.20 (5.7)  | -1.57 (5.6)  | -1.63 (-3.57 to 0.31)       | 0.098   |
| Glucose concentration (mmol/L)                     | 8.7 (0.8)    | 9.1 (0.8)    | -0.4 (-0.6 to -0.1)         | 0.012   |
| Coefficient of variation of sensor glucose (%)     | 31.0 (3.9)   | 33.3 (3.9)   | -2.3 (-3.1 to -1.5)         | <0.0001 |
| LBGI   | 0.6 (0.8)    | 1.1 (0.8)    | -0.5 (-0.6 to -0.4)         | <0.0001 |
| HBGI   | 6.7 (2.4)    | 8.4 (2.4)    | -1.7 (-2.6 to -0.9)         | 0.0001  |
| BGRI   | 7.3 (2.4)    | 9.5 (2.4)    | -2.2 (-3.0 to -1.4)         | <0.0001 |

Data are mean (SD) or mean difference (95% CI). No significant period effect was observed. DBLG1=Diabeloop Generation 1. SAP=sensor-assisted pump. HbA<sub>1c</sub>=glycated haemoglobin. LBGI=low blood-glucose index. HBGI=high blood-glucose index. BGRI=blood-glucose risk index. \*Adjusted for baseline HbA<sub>1c</sub> and site. Mean difference of closed-loop period minus open-loop period. †Primary endpoint. ‡Baseline defined as the start of each treatment sequence.

Table 2: 24 h glucose control during closed-loop and control periods based on sensor glucose measurements (modified intention-to-treat analysis set)

# T-Slim Control-IQ

**t:slim X2 with Control-IQ technology**  
(Tandem Diabetes Care)  
*Marquage CE en cours*  
*FDA approved*  
Âge ≥ 14 ans

**t:slim X2**  
· Réservoir 300 UI  
· DTQ 10-100 UI/j  
· Vitesse bolus: 1 UI/20s

**Dexcom G6**  
· Durée : 10 jours  
· Calibration : optionnelle

**Dexcom G6**  
· Durée : 3 mois

**Control-IQ technology**  
· Type : MPC  
· Cible glucose 112,5 à 160 mg/dL  
· Algorithme dans la pompe  
· Repas : annonce quantitative des glucides (ratios repas)  
· Activité physique : annonce manuelle (cible glucose rehaussée entre 140 et 160 mg/dL)  
· Mode sommeil (cible plus étroite 112,5 à 120 mg/dL)

**Diasend/t:connect**  
Logiciel web  
Interfaces patient et médecin différentes

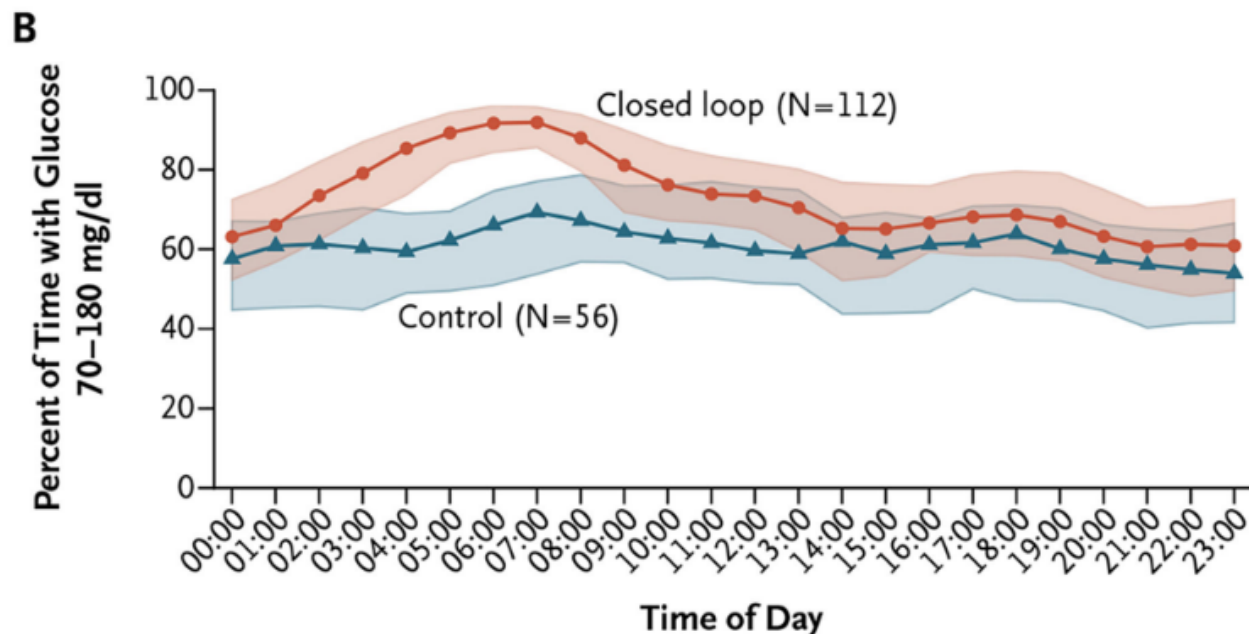


# Control IQ

Primary and Secondary Hierarchical Efficacy Outcomes.\*

| Outcome   | 2-Wk Baseline Period  |                  | 26-Wk Trial Period <sup>†</sup> |                  | Risk-Adjusted Difference, Closed Loop Minus Control (95% CI) <sup>‡</sup> | P Value <sup>‡</sup> |
|---|-----------------------|------------------|---------------------------------|------------------|---|----------------------|
|   | Closed Loop (N = 112) | Control (N = 56) | Closed Loop (N = 112)           | Control (N = 56) |   |                      |
| Median hours of sensor data (IQR)   | 307 (285–327)         | 306 (283–320)    | 4267 (4133–4348)                | 4141 (3922–4280) |   |                      |
| Primary outcome: percentage of time with glucose level in target range of 70 to 180 mg/dl | 61±17                 | 59±14            | 71±12                           | 59±14            | 11 (9 to 14)  | <0.001               |
| Secondary hierarchical outcomes   |                       |                  |                                 |                  |   |                      |
| Percentage of time with glucose level >180 mg/dl  | 36±19                 | 38±15            | 27±12                           | 38±15            | -10 (-13 to -8)   | <0.001               |
| Glucose level — mg/dl   | 166±32                | 169±25           | 156±19                          | 170±25           | -13 (-17 to -8)   | <0.001               |
| Glycated hemoglobin — % <sup>§</sup>  | 7.40±0.96             | 7.40±0.76        | 7.06±0.79                       | 7.39±0.92        | -0.33 (-0.53 to -0.13)  | 0.001                |
| Percentage of time with glucose level <70 mg/dl <sup>¶</sup>                              | 3.58±3.39             | 2.84±2.54        | 1.58±1.15                       | 2.25±1.46        | -0.88 (-1.19 to -0.57)  | <0.001               |
| Percentage of time with glucose level <54 mg/dl <sup>¶</sup>                              | 0.90±1.36             | 0.56±0.79        | 0.29±0.29                       | 0.35±0.32        | -0.10 (-0.19 to -0.02)  | 0.02                 |

- 168 patients 14-71 ans (120 majeurs)
- Randomisation en 2 groupes parallèles, 6 mois de suivi



# 3 types d'algorithmes

- **Proportional, integrative, derivative (PID) :**
  - Différence de la glycémie instantanée par rapport à la cible (proportionnel)
  - Taux de variation de la glycémie en fonction du temps (dérivatif)
  - AUC entre la valeur mesurée et la valeur cible (intégratif)  
(Medtronic 670G, 780G+insulin feed back)
- **Model Predictive Control (MPC) :**
  - Modèle dynamique multi compartimental, prédit les valeurs de glycémie et ajuste simultanément la délivrance d'insuline pour ramener la glycémie à la cible
  - Prend en compte le délai de résorption de l'insuline, l'insuline active...  
→ Le plus courant (Diabeloop, Control-IQ, CamAPS FX, Omnipod Horizon, 780G+PID)
- **Fuzzy logic :**
  - algorithme fondé sur la réduction des risques hypo/hyper sur la base de l'expérience médicale qui corrige en temps réel pour prévenir les hypo et hyperglycémies



# Monsieur C., 50 ans, DT1 depuis 35 ans

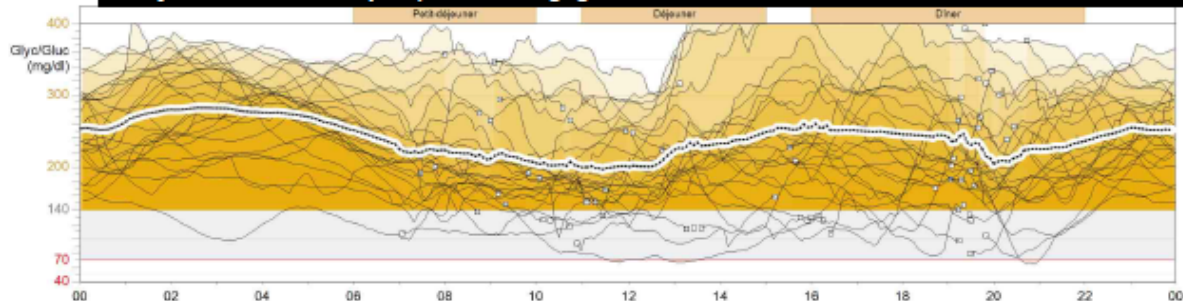


Tableau de gestion du traitement  
05/01/2021 - 01/02/2021

Créé : 02/02/2021 18:02:34

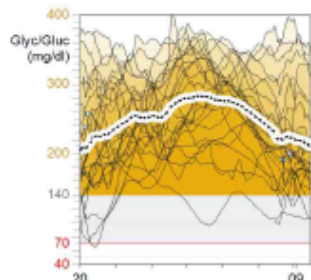
Sources données : MiniMed 640G, MMT-1512/1712 (NG1271801H)

## Analyse sur 24 heures – Capteur, insuline et réglages



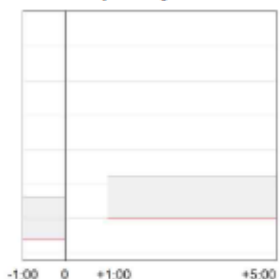
### Du coucher au lever

Coucher: 20:00 - 00:00  
Lever: 05:00 - 09:00



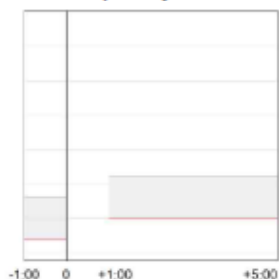
### Petit-déjeuner: 08:00 - 10:00 (0)

Moy. capt prépr.: --  
Moy. capt postpr.: --  
Glucid moy.: --  
Bolus repas moy.: --



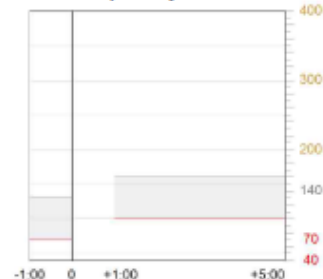
### Déjeuner: 11:00 - 15:00 (0)

Moy. capt prépr.: --  
Moy. capt postpr.: --  
Glucid moy.: --  
Bolus repas moy.: --



### Dîner: 18:00 - 22:00 (0)

Moy. capt prépr.: --  
Moy. capt postpr.: --  
Glucid moy.: --  
Bolus repas moy.: --



## Statistiques

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Glyc. moy.      | 222 ± 82mg/dl |
| Estimation A1C  | 10,0%         |
| Nb glyc.        | 2,4 par jour  |
| Glucides saisis | -- par jour   |

## Tendances hypoglycémiques (0)

|         |  |
|---------|--|
| Période |  |
|---------|--|

## Tendances hyperglycémiques (2)

|         |             |
|---------|-------------|
| Période | 20:30-11:30 |
| Période | 11:45-20:05 |

## Utilisation pompe

| Utilisation pompe  | Par jour          |
|--------------------|-------------------|
| DTQ insuline       | 84,3 ± 14,1U      |
| Ratio basal/bolus  | 51 / 49           |
| Bolus manuels      | 41,3U (5,8 bolus) |
| Assistant bolus    | 0,0U (0,0 bolus)  |
| Repas              | 0,0U (0,0 bolus)  |
| Correction         | 0,0U (0,0 bolus)  |
| Assist non suivi + | 0,0U (0,0 bolus)  |
| Assist non suivi - | 0,0U (0,0 bolus)  |

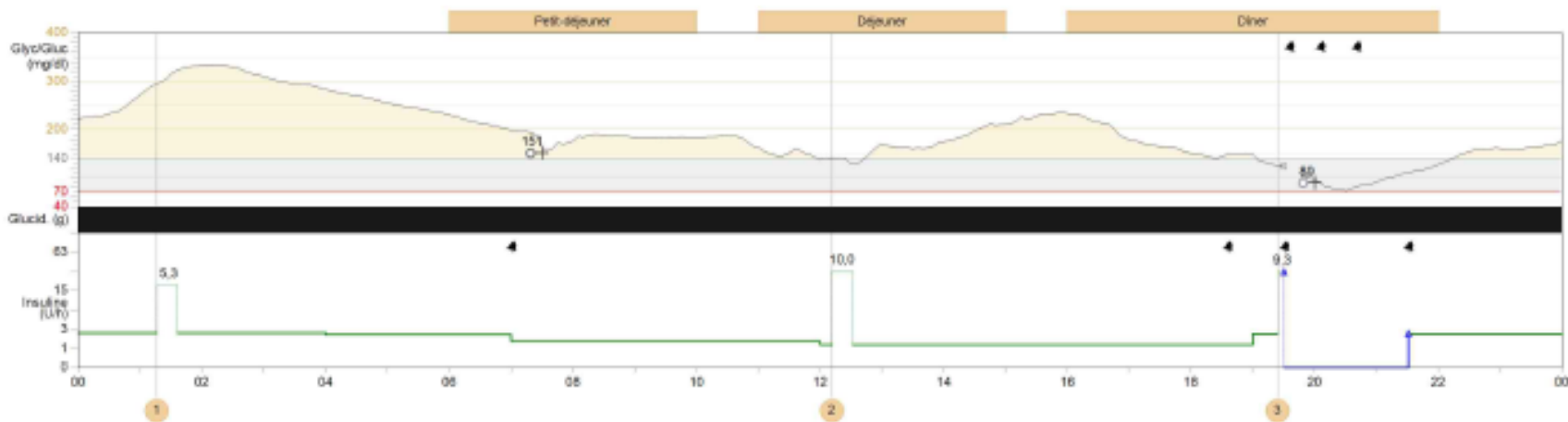
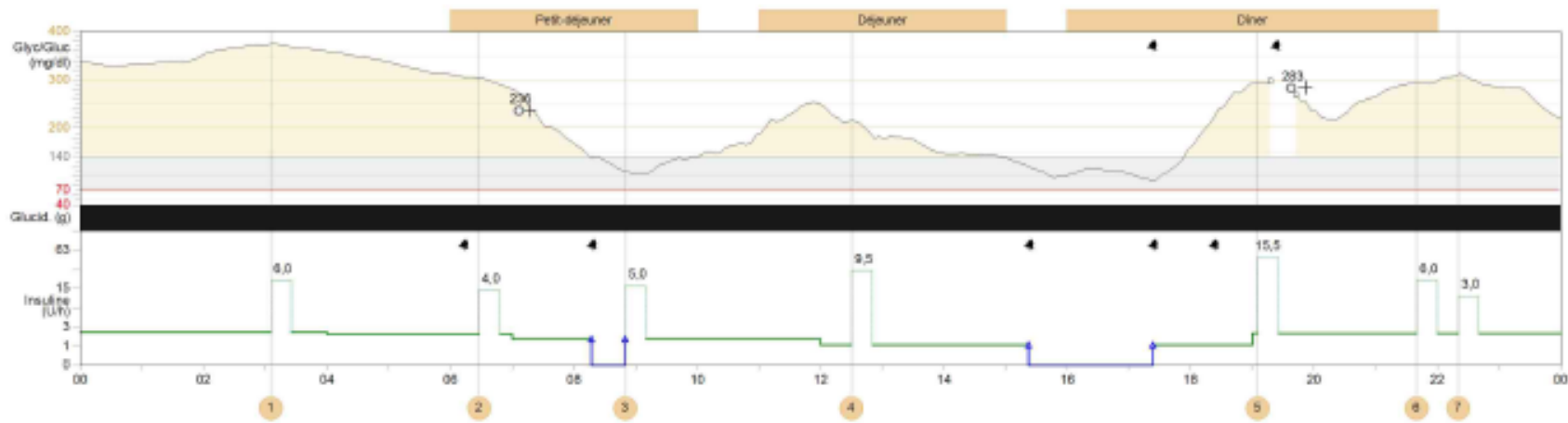
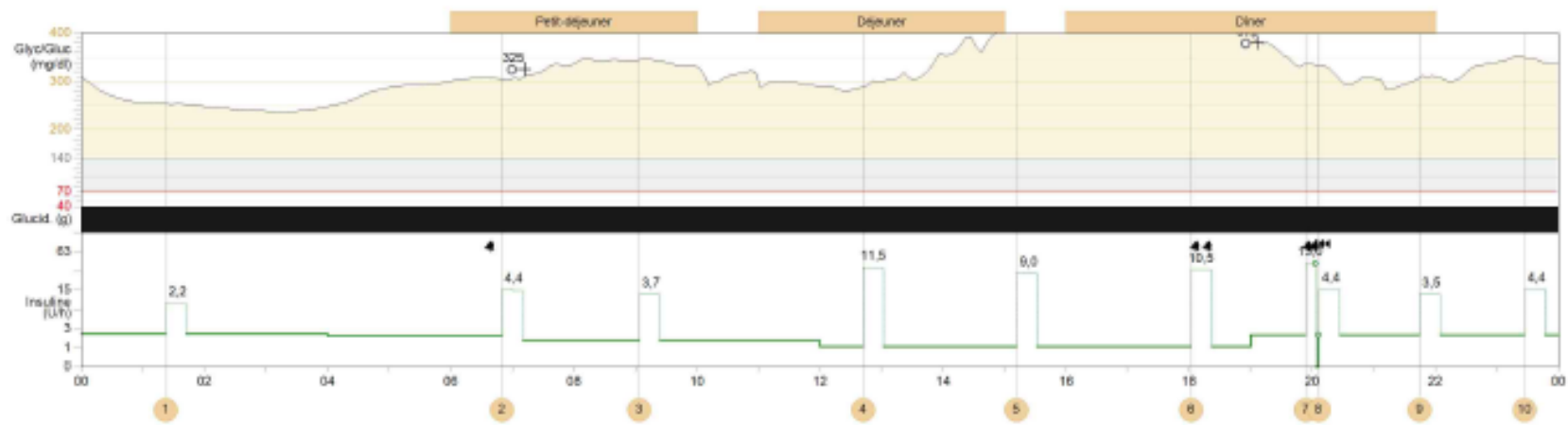
|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| Nb total d'arrêts | 1h 15m (1,5 événements) |
| Arrêt hypo        | 4m (0,0 événements)     |
| Arrêt avant hypo  | 1h 08m (0,9 événements) |

## Utilisation capteur

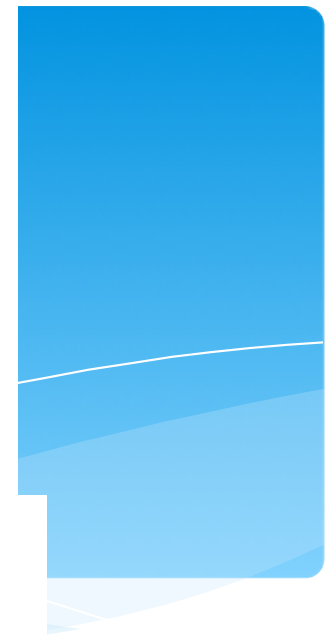
|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| Glyc. capteur moy.   | 240 ± 77 mg/dl     |
| Durée port           | 6j 13h par semaine |
| Alertes glyc. faible | 0,6 par jour       |
| Alertes glyc. élevée | 0,0 par jour       |

Insuline de bolus (U, active 3h)

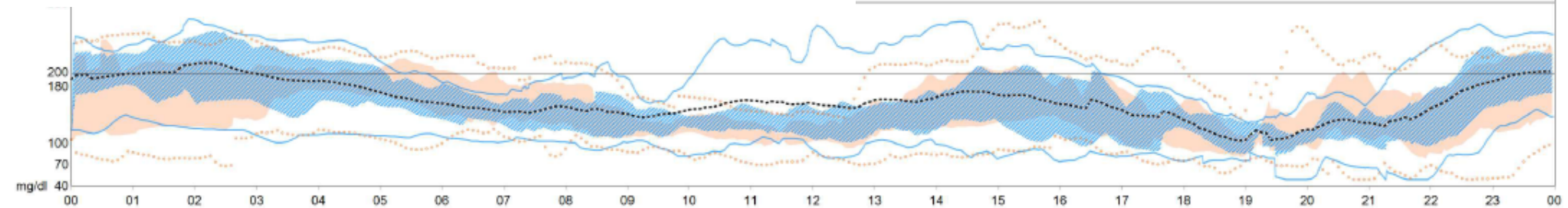
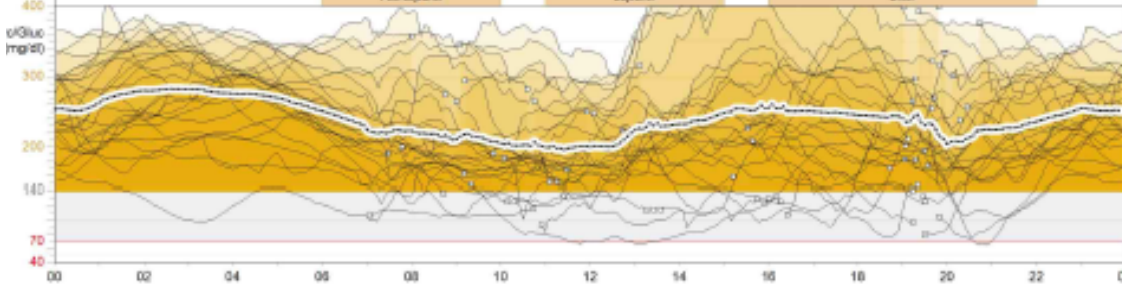
\* Les réglages de la pompe les plus récents sont affichés



« Meilleur jour » du patient  
 Bolus à 1h30  
 <50% dans la cible

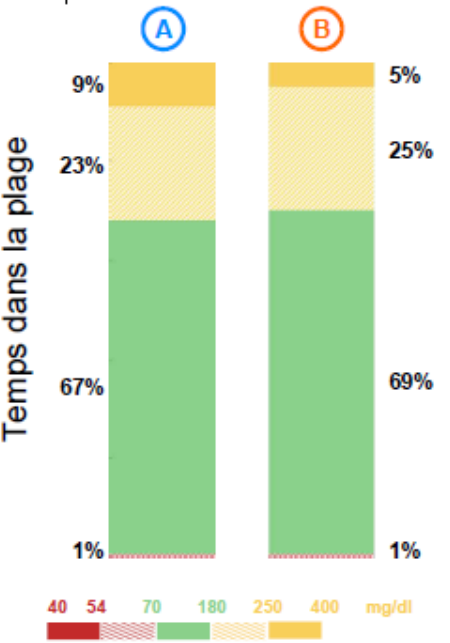


# le boucle fermée 780G



|                      |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|
| Ratio glucides (g/U) | 8,3 | 7,7 | 3,3 |
|                      | 8,3 | 7,7 | 3,3 |

|                               |                                  |                                  |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Tendances hypoglycémiques (0) | Nbre d'épisodes (par jour) : 0,2 | Tendances hyperglycémiques (4)** | Nbre d'épisodes (par jour) : 1,4 |
| Aucun                         |                                  | 1 00:00 - 00:59 (3 occurrences)  | 2 22:00 - 22:59 (3 occurrences)  |
|                               |                                  |                                  | 3 21:00 - 21:59 (2 occurrences)  |



| Sorties SmartGuard                     | A   | B   |
|--|-----|-----|
| Aucune calibration                     | 0   | 0   |
| Admin. max. SmartGuard                 | 0   | 0   |
| Admin. min. SmartGuard                 | 0   | 0   |
| Glycémie requise pour SmartGuard       | 0   | 0   |
| Algorithme du capteur trop bas         | 0   | 0   |
| Mise à jour du capteur                 | 0   | 0   |
| Aucune valeur glyc. capteur            | • 1 | 0   |
| Capteur en fin de vie                  | • 1 | 1 • |
| SmartGuard désactivé par l'utilisateur | 0   | 1 • |
| Arrêt temp. prolongé                   | 0   | 0   |
| Initialisation SmartGuard              | 0   | 0   |
| Non identifiée                         | 0   | 0   |

| Statistiques                          | A              | B              |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| SmartGuard (par semaine)              | 99% (6j 23h)   | 100% (7j 00h)  |
| Mode manuel (par semaine)             | 1% (01h)       | 0% (00h)       |
| Port du capteur (par semaine)         | 88% (6i 04h)   | 96% (6i 17h)   |
| Gluc. capt. moyen ± ET                | 162 ± 59 mg/dl | 155 ± 55 mg/dl |
| GMI***                                | 7,2%           | 7,0%           |
| Coeffic. de variation (%)             | 36,5%          | 35,4%          |
| AI. glu. capt. ba./ht (par jour)      | 0,9 / 0,5      | 1,5 / 0,1      |
| Gly. moyenne                          | 144 ± 63 mg/dl | 152 ± 61 mg/dl |
| Glycémie/calibration (par jour)       | 2,4 / 2,3      | 2,5 / 2,4      |
| Dose quotidienne totale (par jour)    | 91,9 unités    | 81,2 unités    |
| Quantité de bolus (par jour)          | 47,1U (51%)    | 43,4U (53%)    |
| Dose bolus corr. auto (par jour)      | 20,6U (44%)    | 17,2U (40%)    |
| Quantité basale/Auto basal (par jour) | 44,8U (49%)    | 37,8U (47%)    |
| Remplacement du cathéter              | Tous les 2,5 j | Tous les 3,3 j |
| Changement de réservoir               | Tous les 2,5 j | Tous les 3,3 j |
| Repas (par jour)                      | 1,9            | 1,9            |
| Glucides saisis (par jour)            | 122 ± 43 g     | 124 ± 26 g     |
| Durée ins. active                     | 3:00 h         | 3:00 h         |

\*\* Seuls les éléments ayant la priorité la plus élevée sont affichés  
 \*\*\* Indicateur de gestion du glucose

Vendredi 15/10

Dose totale quot. 82,5 u

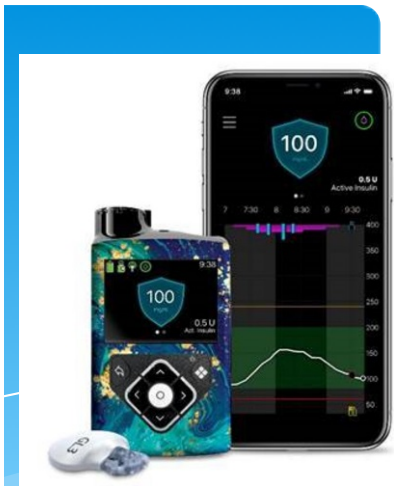
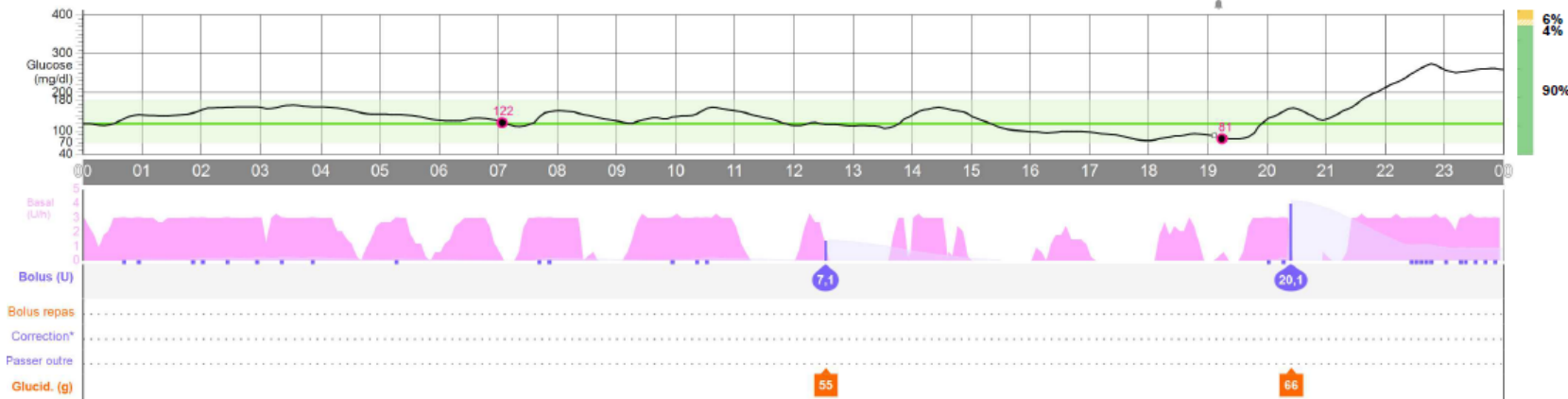
Total basal 52% | 43,1 u

Total bolus 48% | 39,4 u

{ Bolus 69% | 27,2U

+ Bolus de correc. auto 31% | 12,2U }

Durée dans la plage



Lundi 25/10

Dose totale quot. 86,1 u

Total basal 57% | 48,8 u

Total bolus 43% | 37,3 u

{ Bolus 76% | 28,3U

+ Bolus de correc. auto 24% | 9U }

Durée dans la plage



Mardi 26/10

Dose totale quot. 71,7 u

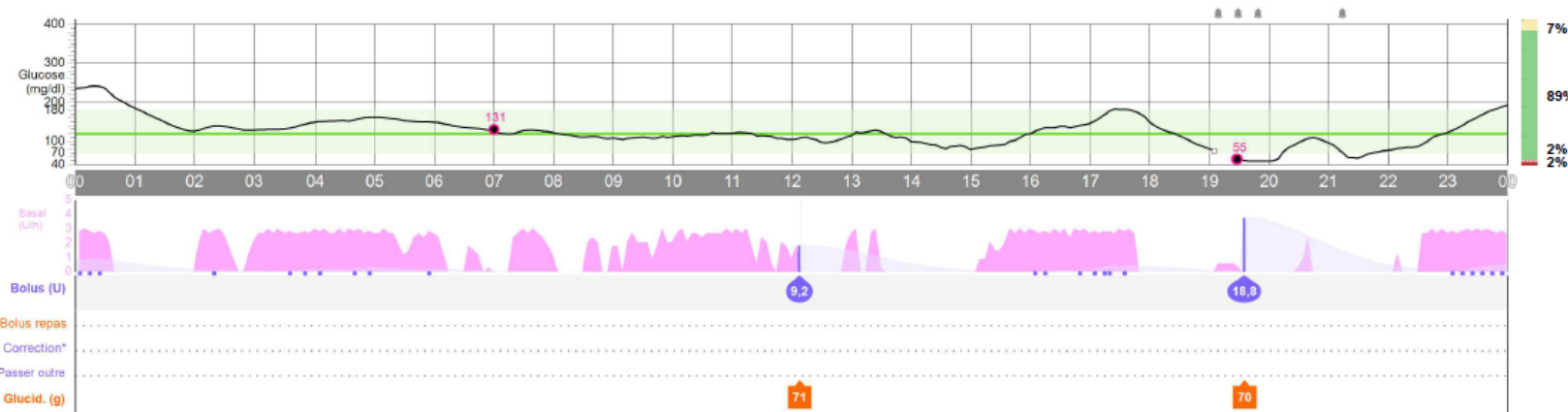
Total basal 47% | 34 u

Total bolus 53% | 37,7 u

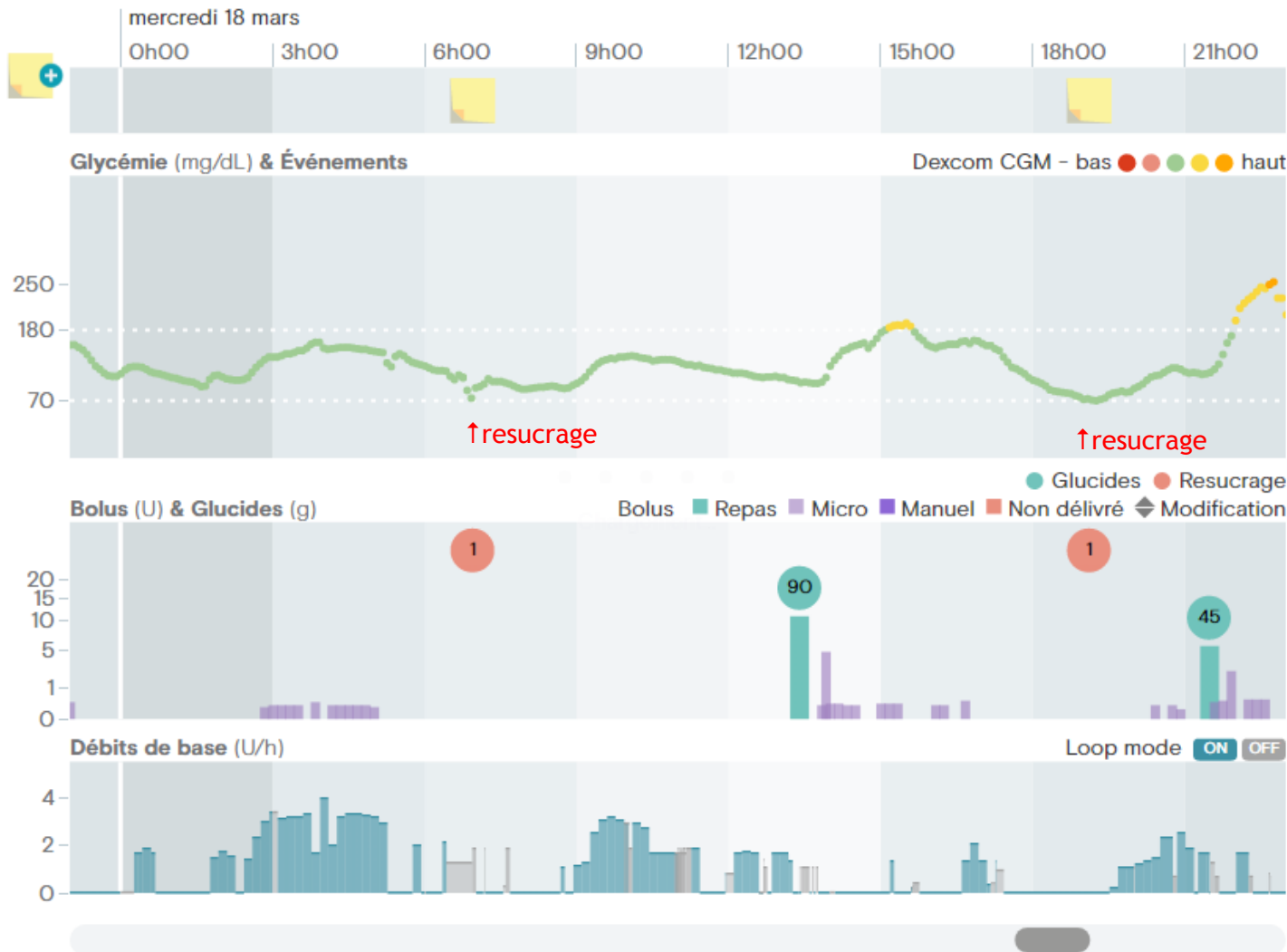
{ Bolus 74% | 28U

+ Bolus de correc. auto 26% | 9,7U }

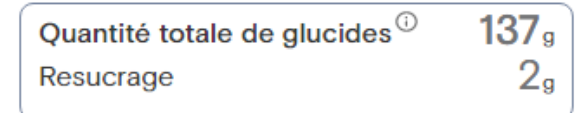
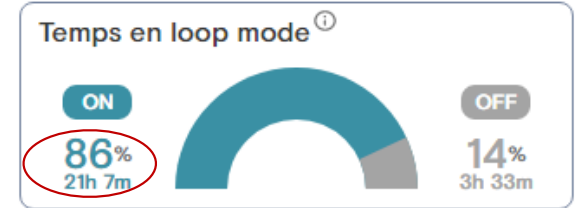
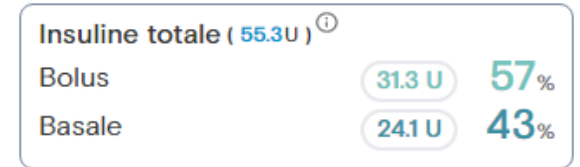
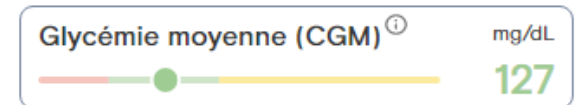
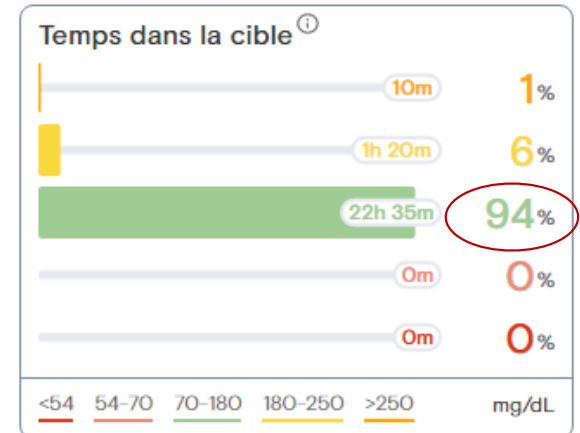
Durée dans la plage

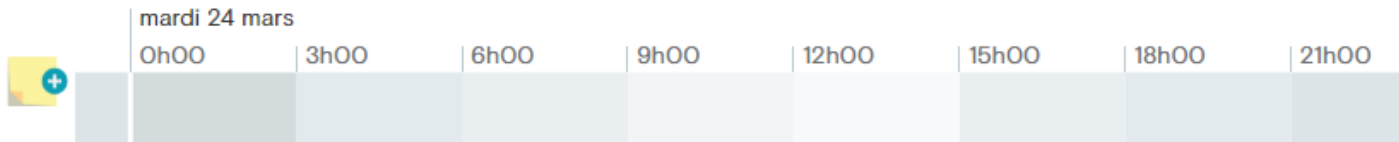


# Monsieur V. : système Diabeloop



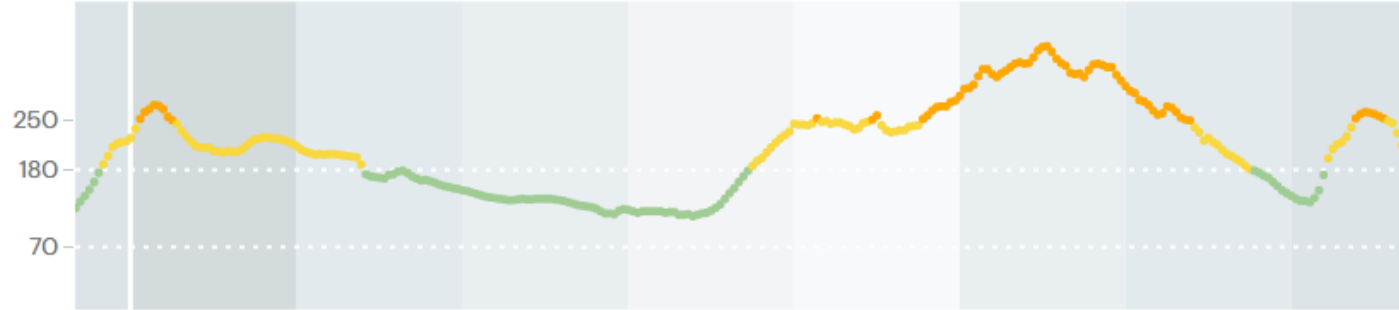
Très bonne journée





**Glycémie (mg/dL) & Événements**

Dexcom CGM - bas ●●●● haut



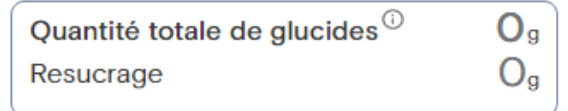
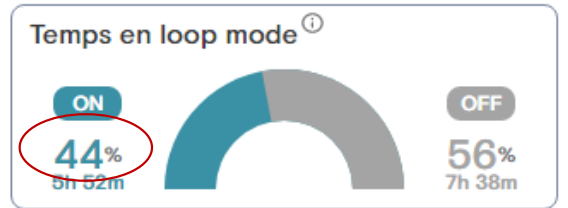
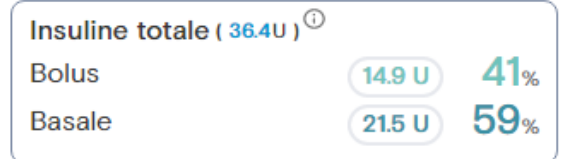
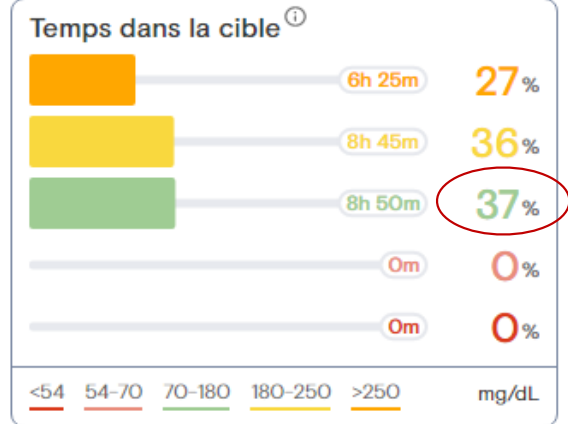
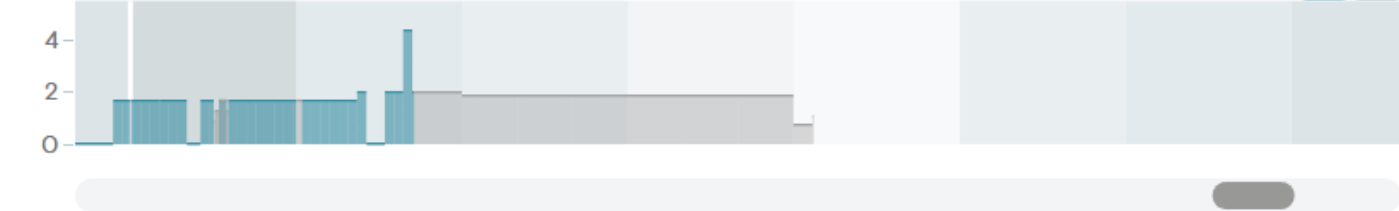
**Bolus (U) & Glucides (g)**

Bolus ● Repas ● Micro ● Manuel ● Non délivré ◆ Modification



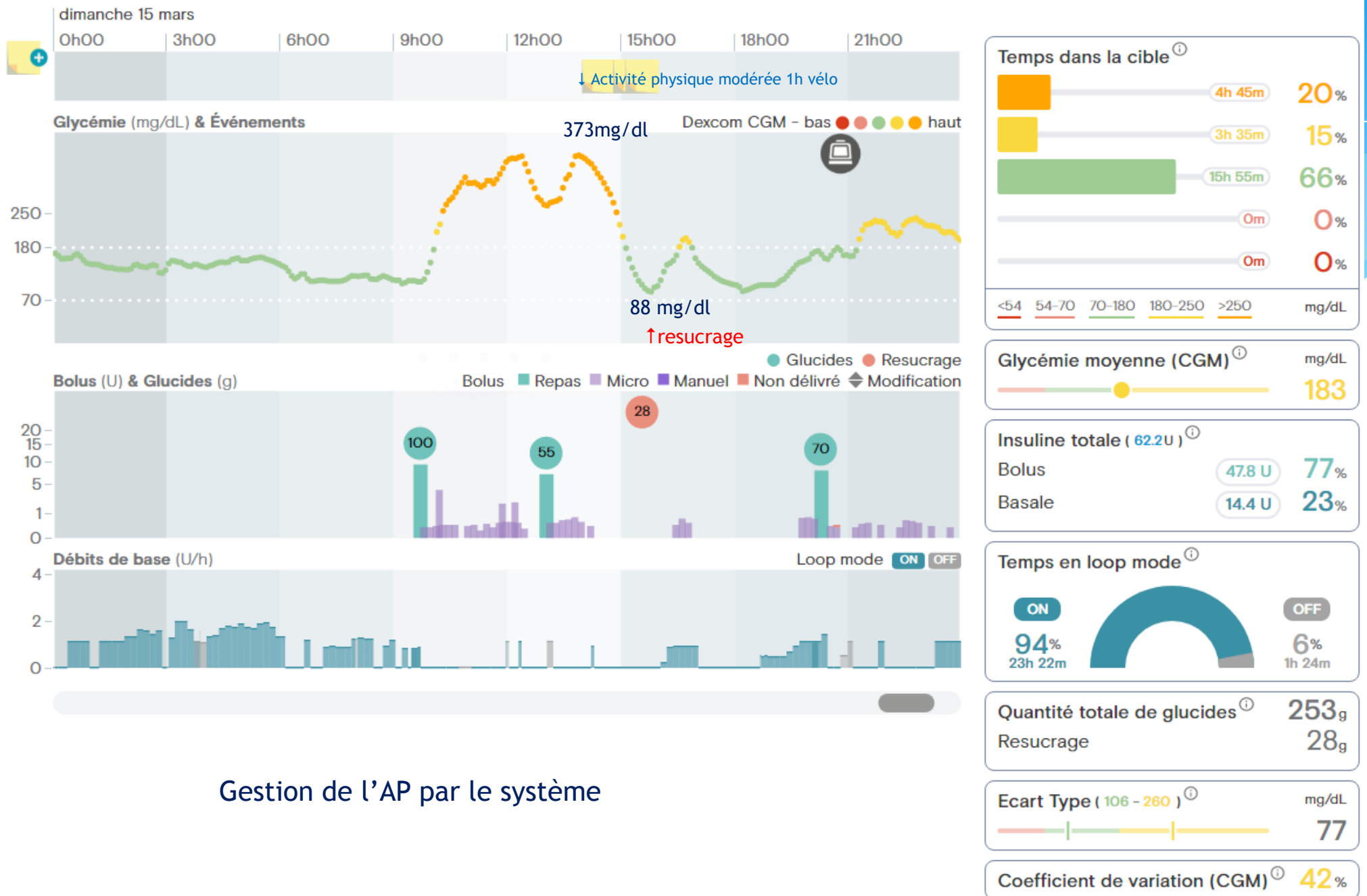
**Débits de base (U/h)**

Loop mode **ON** OFF



Même patient un jour où le Loop mode est actif seulement 44% du temps

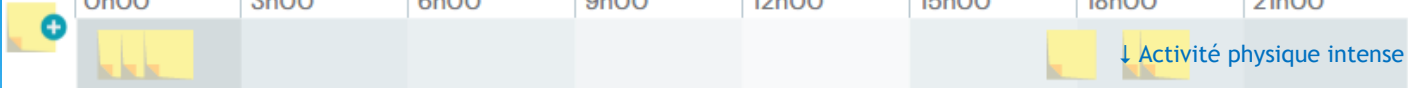
# Monsieur S. : activité physique



Gestion de l'AP par le système

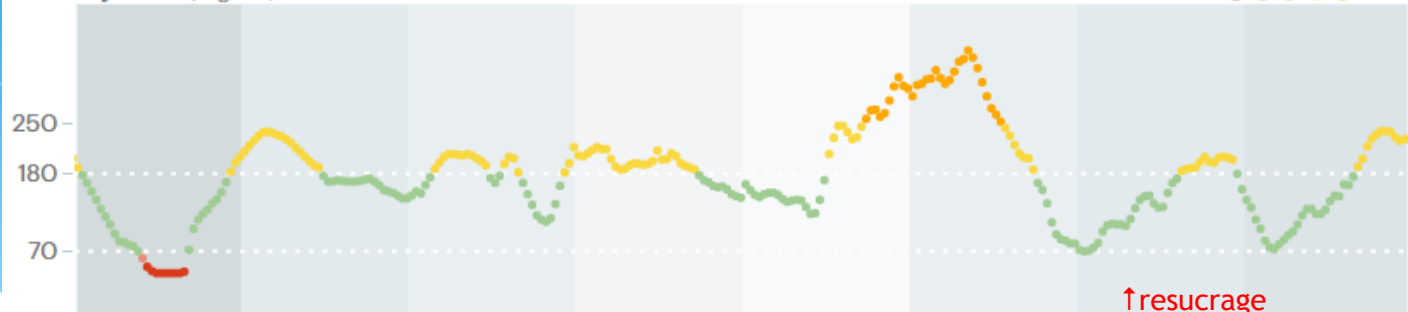
mardi 10 mars

0h00 3h00 6h00 9h00 12h00 15h00 18h00 21h00



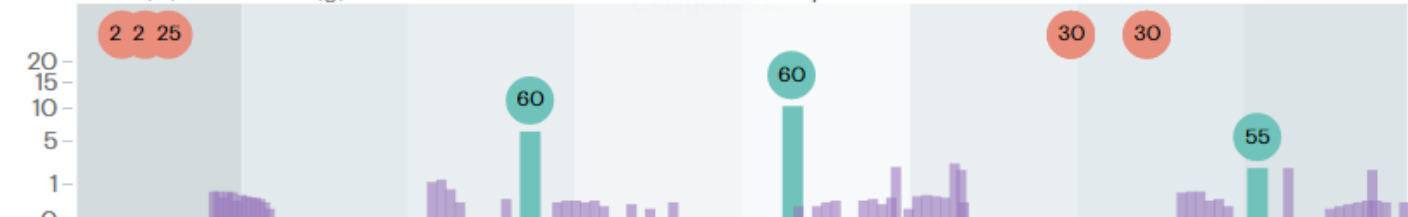
### Glycémie (mg/dL) & Événements

Dexcom CGM - bas ●●●● haut



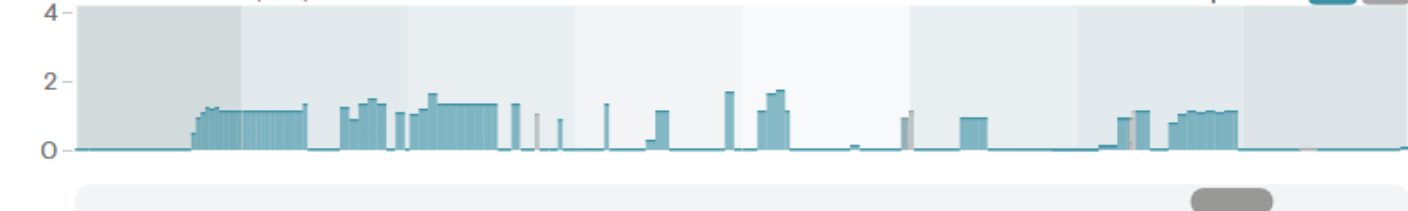
### Bolus (U) & Glucides (g)

Bolus Repas Micro Manuel Non délivré Modification

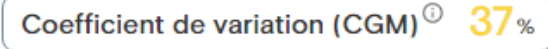
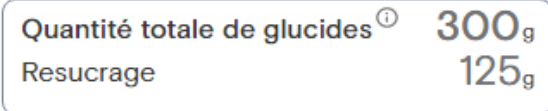
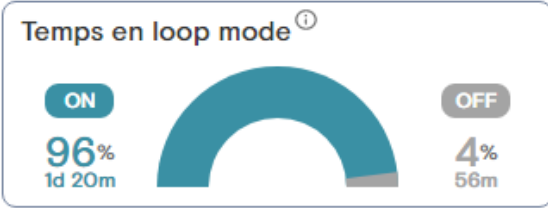
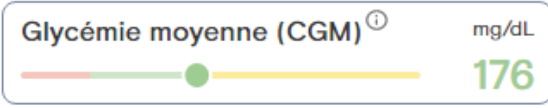
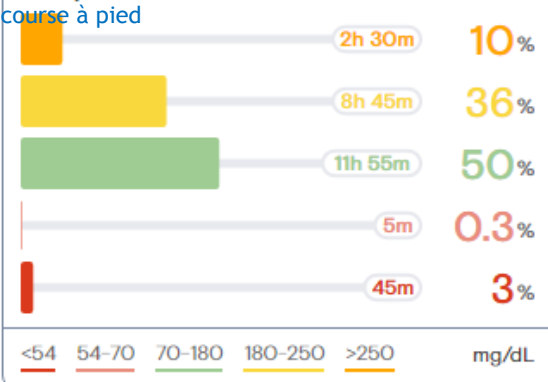


### Débits de base (U/h)

Loop mode ON OFF

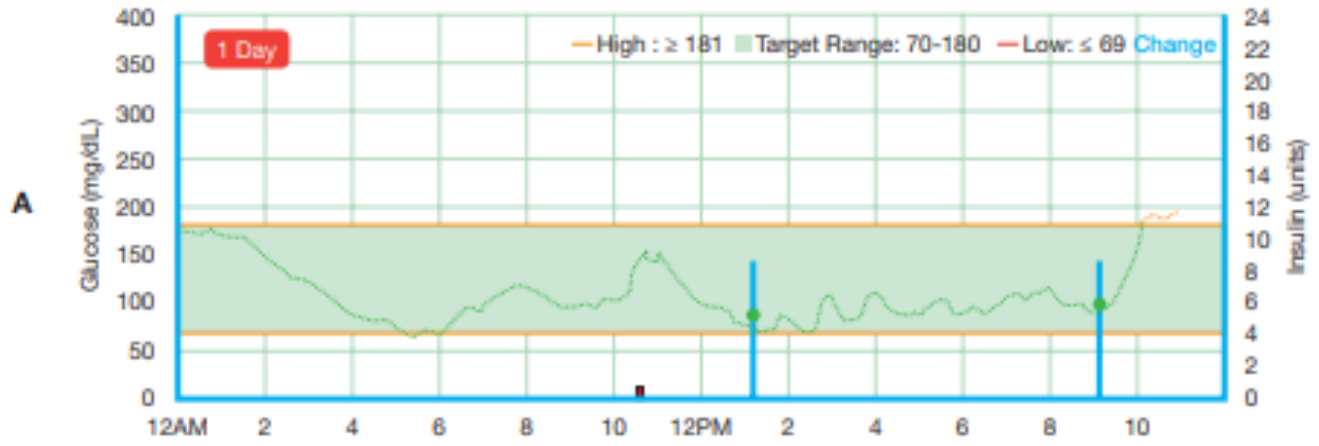


### Temps dans la cible <sup>(i)</sup>



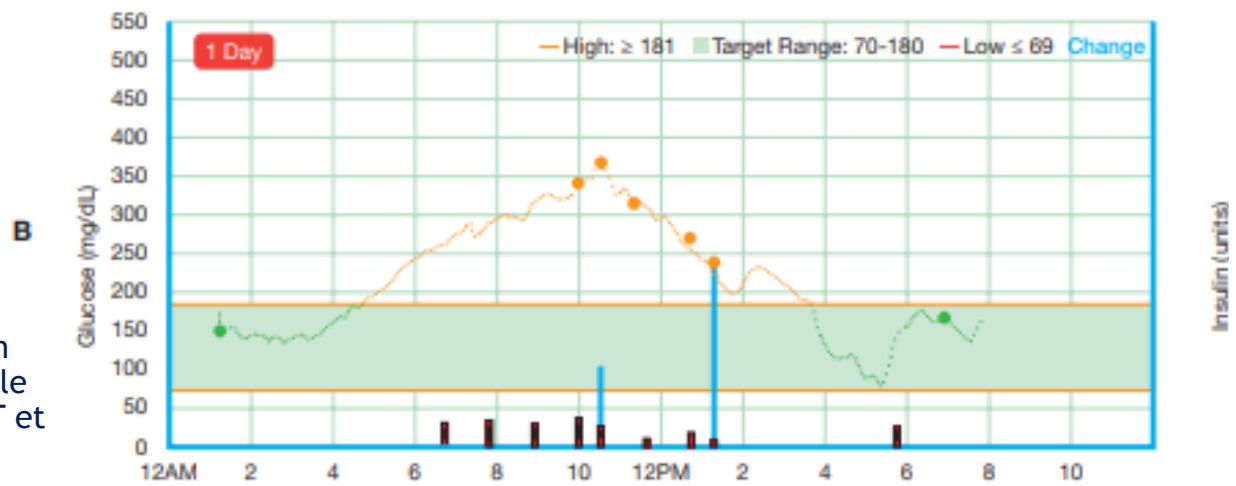


Glucose: ● Above Target ● Target ● Below Target ↘ CGM Readings Bolus: ■ Correction ■ Food ■ Quick ■ Override ■ Extended



# Tandem T-Slim Control-IQ

A: Journée parfaite



B : Journée avec occlusion de cathéter détectée par le patient qui a changé le KT et corrigé efficacement l'hyperglycémie

Mise en place de l'insulinothérapie automatisée en boucle fermée : position d'experts français, Benhamou *et al.*, 2020

# Initiation et suivi

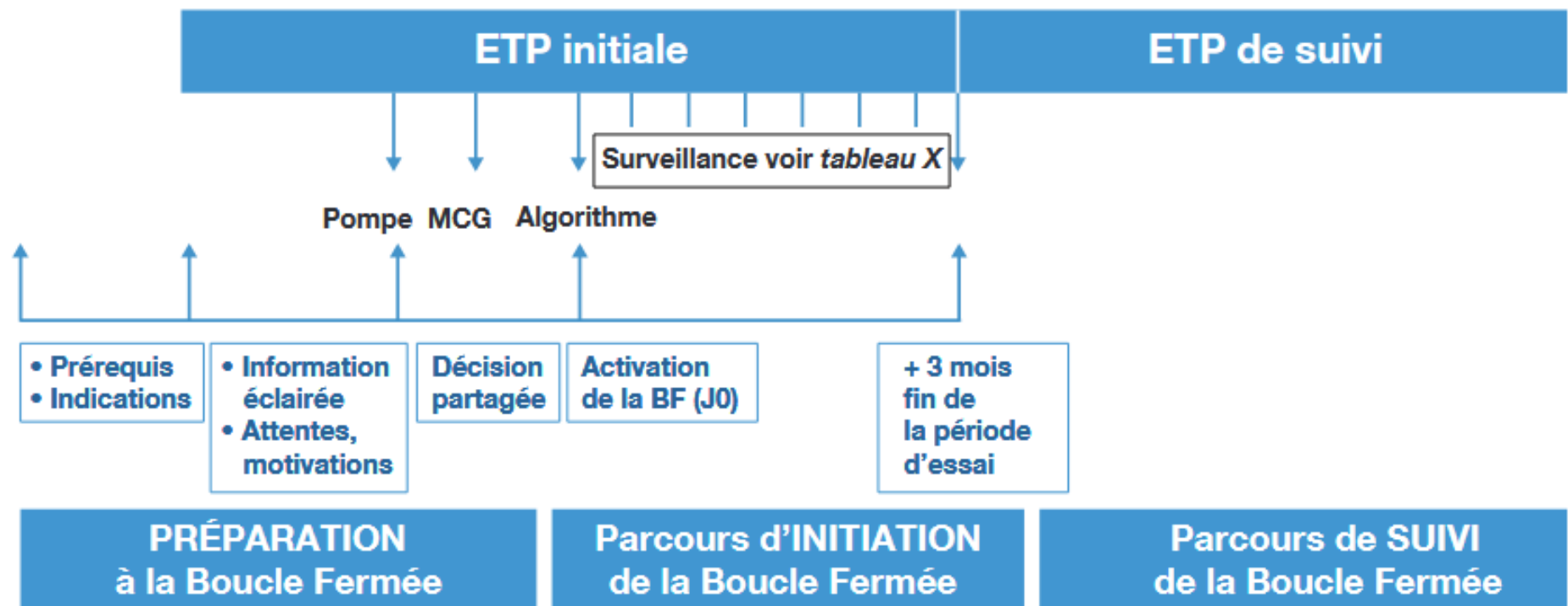


Figure 2. Schéma du parcours ETP intégré au parcours de soin de la boucle fermée.

# Perspectives

## Système bi-hormonal insuline/glucagon :

- Pallier la perte du capital de cellules alpha à glucagon
- Action hyperglycémiant rapide avec pic de glucagonémie en 15-20min
- Objectifs de l'algorithme :
  - Limiter l'incidence des hypos
  - Ou optimiser le temps en normoglycémie

## Versus un système mono-hormonal :

TIR +6,6 à +8,4% (Weisman A *et al.*, Lancet Diabetes Endocrinol 2017)

Temps en hypoglycémie -1,7 à -1,9% (Bekiari E *et al.*, BMJ 2018)

## Limites :

- Système et manipulations plus complexes
- Instabilité du glucagon : remplacement quotidien dans un réservoir séparé



*Merci pour votre attention*

Des questions ?

# Et dans le diabète de type 2 ?

- Diabétique de type 2 hémodialysé :
  - ✓ Temps dans la cible +37% sans majorer les hypoglycémies (Bally L *et al.*, *Kidney Int* 2019)
- Diabétique de type 2 en conditions d'hospitalisation :
  - ✓ Temps dans la cible +24% sans majorer les hypos (Bally L *et al.*, *New Engl J Med* 2018)
- Diabétique de type 2 avec gestion par un(e) infirmier(e) libéral(e) (étude CLOSE AP+) : en cours