



HAL
open science

Évaluation de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel sur l'équilibre glycémique de la cohorte pédiatrique de patients diabétiques suivie dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud Réunion

Léna Andral

► **To cite this version:**

Léna Andral. Évaluation de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel sur l'équilibre glycémique de la cohorte pédiatrique de patients diabétiques suivie dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud Réunion. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03109768

HAL Id: dumas-03109768

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03109768>

Submitted on 14 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE LA REUNION

UFR SANTE

Année : 2020

N° : 2020LARE017M

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Evaluation de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel sur
l'équilibre glycémique de la cohorte pédiatrique de patients
diabétiques suivie dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud
Réunion**

Présentée et soutenue publiquement le 14/05/2020 à 11h30

à La Réunion

Par Léna Andral née le 10/03/1991

JURY

Rapporteur

Madame le Docteur Elise Bismuth

Président :

Madame le Professeure Silvia Iacobelli

Assesseurs :

Madame le Professeure Estelle Nobecourt

Monsieur le Professeur Jean-Bernard Gouyon

Directeur de Thèse :

Madame le Docteur Laure Houdon

**Evaluation de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel sur
l'équilibre glycémique de la cohorte pédiatrique de patients
diabétiques suivie dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud
Réunion**

Léna Andral

Table des matières

Tableaux et figures	4
Listes des annexes	6
Abréviations	7
1. Introduction	8
1.1. Présentation du diabète.....	9
1.2. Classification des types de diabète	10
1.3. Diabète de l'enfant	13
1.4. Présentation de la population pédiatrique diabétique réunionnaise	14
1.5. Description de la mesure continue du glucose	16
1.6. Présentation des différents dispositifs de mesure du glucose interstitiel	18
Présentation FreeStyle Libre.....	18
Présentation capteur Dexcom.....	19
Présentation capteur Enlite	19
1.7. Tolérance cutanée des capteurs	20
1.8. Présentation des programmes d'éducation thérapeutique.....	21
1.9. Qualité de vie	21
1.10. Population pédiatrique	22
1.11. Analyse des données des capteurs	24
1.12. Utilisation optimale.....	26
1.13. Données de téléchargement de FSL.....	26
1.14. Processus d'éducation thérapeutique	27
1.15. Programme d'éducation thérapeutique au sein de la population pédiatrique du CHU Sud Réunion	29
2. Patients et méthodes	32
2.1. Analyses statiques :.....	34
3. Résultats : Analyse rétrospective des dossiers patients.....	35
3.1. Description de la population	35
3.2. Insulinothérapie	37
3.3. Répartition des capteurs de glucose interstitiel	38
3.4. Equilibre glycémique de la cohorte.....	39
3.5. Données des téléchargements des capteurs.....	41
4. Résultats : Analyse des questionnaires patients	45
4.1. Questionnaires porteurs	45
4.2. Questionnaires anciens porteurs	52
4.3. Tolérance cutanée.....	54

5. Conclusion et discussion	57
6. Ouverture.....	68
7. Références	71
8. Annexes.....	75

Tableaux et figures

Tableaux :

Tableau 1 : Critères diagnostiques de diabète	10
Tableau 3 : Répartition des schémas d'insulinothérapie	38
Tableau 2 : Répartition des capteurs	39
Tableau 4 : Evolution des données de téléchargements des capteurs de glucose interstitiel FreeStyle Libre : taux de glucose moyen, pourcentages dans la cible glycémique et en hypoglycémie, pourcentages de données capturées.....	42
Tableau 5 : Evolution du taux moyen de glucose des téléchargements de Enlite	44
Tableau 6 : Raisons de port d'un capteur de glucose interstitiel.....	46
Tableau 8: Inconvénients aux capteurs.....	47
Tableau 7 : Utilisation du capteur.....	49
Tableau 9 : Capteurs essayés chez les anciens porteurs	53
Tableau 10: Raisons de l'arrêt d'utilisation du capteur	54

Figures :

Figure 1 : Taux d'incidence du diabète de type 1 en France dans la population pédiatrique, par région 2013-2015	13
Figure 2 : Répartition des types de diabètes pédiatriques à la Réunion	15
Figure 3 : Exemple de téléchargement de FreeStyle Libre (téléchargement sur 14 jours)	24
Figure 4 : Processus éducatif des patients sous mesure continue du glucose en pédiatrie (29)	29
Figure 5 : Organigramme de constitution de la population d'étude	35
Figure 6 : Groupes d'âge à la découverte du diabète chez les patients de l'étude.....	37
Figure 7 : Evolutions des hémoglobines glyquées 6 mois avant et après la pose d'un capteur et de la moyenne des hémoglobines glyquées sur l'année avant et après la pose du capteur FreeStyle Libre.....	40

Figure 8 : Evolutions des données de téléchargements des capteurs de glucose interstitiel FreeStyle Libre : taux de glucose moyen, pourcentages dans la cible glycémique, pourcentages de données capturées et pourcentage en hypoglycémie.....	43
Figure 9 : Raisons de port en discontinu du capteur	48
Figure 10 : Réalisation des glycémies capillaires chez les patients porteurs d'un capteur	51
Figure 11 : Recherche de la cétone si glycémie > 250 mg/dL.....	52
Figure 12 : Répartitions des différents types de réactions cutanées aux capteurs	56

Listes des annexes

Annexe 1 : programme ETP à la mise en place du FreeStyle Libre du service de de diabétologie pédiatrique du CHU Sud Réunion.....	75
Annexe 2 : questionnaire élaboré à destination des patients porteurs d'un capteur de glucose interstitiel	78
Annexe 3 : questionnaire élaboré à destination des patients non porteurs d'un capteur de glucose interstitiel.....	81
Annexe 4 : Echelle de qualité de vie adaptée à l'adolescent : ADDQoL-Teen	82

Abréviations

ADA : American Diabete Association

ADDQoL : Audit of Diabetes Dependant Quality of Life

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament

Anticorps anti-GAD : anticorps anti-glutamate décarboxylase

Anti-IA2 : Anti - Insulinoma Associated protein 2

AP : Auxiliaire de puériculture

Cellule β : cellules beta

CGI : capteur de glucose interstitiel

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CMV : Cytomegalovirus

DQOL : Diabetes Quality of Life

DS : dérivation standard

DT1 : Diabète de type 1

DT2 : Diabète de type 2

ETP : Education thérapeutique du patient

FSL : FreeStyle Libre

HAS : Haute Autorité de Santé

Hba1c : hémoglobine glyquée

HDJ : Hospitalisation de jour

HGPO : Hyperglycémie Provoquée Orale

IDE : Infirmier Diplômé d'Etat

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

IMC : indice de masse corporelle

mmol/l : millimoles par litre

MODY : maturity-onset diabetes of the young

OMS : Organisation mondiale de la Santé

PAI : projet d'accueil individualisé

Perc. : percentile

SNDS : Système National de Soins

1. Introduction

Cette première partie permettra de réaliser une présentation générale du diabète et notamment du diabète dans la population pédiatrique, de présenter les caractéristiques de la population d'enfants diabétiques de la Réunion, et de présenter les principes de la mesure continue du glucose interstitiel et les différents capteurs utilisés au sein de notre cohorte pédiatrique.

Une présentation également de la tolérance cutanée de ces capteurs sera réalisée.

Une explication sur les programmes d'éducation thérapeutique et notamment une présentation du programme d'éducation réalisé lors de la mise en place de capteur de glucose interstitiel dans notre population d'étude, issue de la cohorte pédiatrique suivie au centre hospitalier Sud Réunion sera réalisée.

Pour finir, notre étude sera présentée brièvement avant une explication plus complète dans les chapitres consacrés.

1.1. Présentation du diabète

Le diabète se définit comme une anomalie du métabolisme glucidique dont la conséquence se traduit par une hyperglycémie persistante. Ces perturbations touchent également le métabolisme du glucose, des lipides ainsi que des protéines et sont la conséquence d'une anomalie de sécrétion ou d'action de l'insuline, voire des deux.

Les conséquences d'un mauvais équilibre glycémique se manifestent par l'apparition à long terme de microangiopathies et de macroangiopathies dont la prévalence augmente en parallèle à une longue durée d'évolution du diabète.

Le diagnostic de diabète se pose par une mesure du taux de glucose dans le sang avec un taux supérieur à 1.26 g/l à jeun. Le diagnostic de diabète peut également être posé en cas de réalisation d'une glycémie à un autre moment de la journée, avec un taux supérieur à 2 g/l, associée à des signes cliniques d'hyperglycémies (syndrome polyuro-polydipsique, anorexie, fatigue) ou après réalisation d'un test d'hyperglycémie provoquée orale (HGPO) consistant à l'ingestion par voie orale de 75 g de glucose (ou 1.75 g/kg chez l'enfant) et le dosage de la glycémie à 2 heures de l'ingestion qui sera supérieure à 2g/l. (1)

Un comité d'experts international proposait également en 2009 le dosage de l'hémoglobine glyquée, témoin de l'équilibre glycémique des trois derniers mois, comme méthode diagnostique avec un seuil défini supérieur à 6.5 %. Ce critère diagnostique a ainsi été validé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2011 après son rapport sur le diabète, ainsi que par l'ADA (American Diabetes Association), permettant ce dosage, si celui-ci est réalisé par le biais d'une méthode certifiée (2). Il s'agit d'un critère intéressant car bien corrélé à l'apparition de complications microvasculaires dans un premier temps. En effet le taux de 6.5 % est corrélé à l'apparition de rétinopathie.

Ce test s'affranchit de la nécessité d'être à jeun pour la réalisation de la glycémie, et n'est pas modifié par les événements de la journée de réalisation du prélèvement (stress...). Cependant il s'agit d'un test plus coûteux et qui peut présenter des limites en cas d'hémoglobinopathie, ou en cas d'évolution de la maladie très rapide comme dans la situation de diabète de type 1 chez certains enfants.

Les critères diagnostiques sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Critères diagnostiques de diabète

Diagnostic de diabète		
HbA1c*	>6.5 %	
Glycémie à jeun (de plus de 8 heures)	>1.26 g/L	>7 mmol/L
HGPO** avec glycémie à H2	>2 g/L	>11.1 mmol/L
Glycémie avec symptômes d'hyperglycémie	>2 g/L	>11.1 mmol/L

* HbA1c : hémoglobine glyquée

** HGPO : hyperglycémie provoquée par voie orale

L'HGPO consiste à l'ingestion de 75 g de glucose (ou 1.75 g/kg chez l'enfant)

1.2. Classification des types de diabète

Les mécanismes physiopathologiques permettent de classer les diabètes en plusieurs catégories. La grande majorité des diabètes se répartissent en deux catégories principales, mais il existe d'autres catégories moins fréquentes (1) (3).

- Le diabète de type 1 (DT1) :

Ce type de diabète est le plus fréquemment retrouvé dans la population pédiatrique. Cependant il ne représente que moins de 10 % des diabètes adultes.

L'origine de ce type de diabète est un défaut de sécrétion de l'insuline. Il s'agit d'un processus immunopathologique conduisant à une destruction progressive des îlots de Langerhans, dont les cellules incriminées sont les cellules β situés au niveau du pancréas. Il s'agit donc d'un processus auto immun, à médiation cellulaire. L'hyperglycémie apparaît lorsque 90% des cellules β sont détruites.

Le diagnostic est confirmé par la mise en évidence au cours des bilans paracliniques du processus auto immun avec mise en évidence d'auto-anticorps anti pancréatiques, retrouvés dans 85 % environ des cas :

- Les anticorps anti îlots
- Les anticorps anti GAD
- Les anticorps anti-tyrosine phosphatases IA 2

- Les anticorps anti insuline.

L'étiologie de cette auto-immunité est mal connue.

On parle généralement de diabète insulino-dépendant.

Il existe au sein de cette catégorie de diabétiques de type 1, un certain nombre de patients dont l'auto-immunité n'est pas mise en évidence, mais qui présentent également une carence insulino-marquée. Il s'agit d'un diabète de type 1b.

- Le diabète de type 2 (DT2) :

Il s'agit du type de diabète qui est le plus fréquemment retrouvé dans la population adulte. Il représente ainsi près de 95 % de la population diabétique adulte.

Il s'agit d'une anomalie de l'action de l'insuline et non d'une anomalie de sécrétion insulino. Les tissus cibles présentent une insulino-résistance. Il n'y a pas d'auto-immunité.

Le diagnostic se fait en général après plusieurs années d'évolution du diabète, essentiellement chez des patients adultes présentant une obésité et des complications cardiovasculaires associées. L'obésité est en effet un des précurseurs de l'insulino-résistance.

Il semble y avoir une plus forte prédisposition génétique que dans le cadre du diabète de type 1.

Cependant l'apparition de diabète de type 2 à l'âge pédiatrique est de plus en plus fréquente, conséquence notamment de l'augmentation de l'obésité infantile.

Le traitement de ce diabète passe par des règles hygiéno-diététiques, et selon le degré d'évolution de la maladie, l'utilisation d'antidiabétiques oraux ou d'une insulinothérapie sous-cutanée.

Le risque d'apparition de complications micro et macrovasculaires est ainsi accru devant la longue durée d'évolution du diabète.

Autres types de diabètes :

Les diabètes d'origine génétique :

- Diabète dû à un défaut monogénique situé au niveau de la cellule β . Il s'agit des diabètes dit MODY (maturity-onset diabetes of the young), dont la

transmission est autosomique dominante ou d'anomalie du gène de la glucokinase

- Diabète néonatal avec anomalie génétique retrouvée (gène de la sous unité Kir 6 . 2)
- Diabètes secondaires à des anomalies mitochondriales (ADN mitochondrial) avec association possible à une surdité.

Ces diabètes sont ainsi le résultat d'anomalies génétiques retrouvées au niveau des cellules β .

- Diabète secondaire à une anomalie génétique retrouvée au niveau de l'action même de l'insuline (mutation des récepteurs à l'insuline)
- Les diabètes secondaires à des pathologies touchant le pancréas :
 - o Traumatisme
 - o Pancréatite
 - o Infection
 - o Pancréatectomie
 - o Carcinome
 - o Hémochromatose
 - o Fibrose kystique,
 - o Mucoviscidose
 - o ...
- Les diabètes secondaires à des pathologies d'origine endocrinienne, avec notamment des hormones présentant une action antagoniste à celle de l'insuline : phéochromocytome, syndrome de Cushing, ...
- Les diabètes secondaires à des traitements ou des toxiques dont le cas le plus fréquent est la prise de corticothérapie à forte dose.
- Des infections peuvent être également à l'origine de certains diabètes par destruction des cellules β (CMV, coxsackie, oreillons...)
- Il existe d'autres diabètes rares dont la médiation est immunitaire ou des syndromes d'origine génétique régulièrement associés au diabète (syndrome de Turner, de Down ou de Klinefelter...).

1.3. Diabète de l'enfant

L'incidence du diabète chez l'enfant est de l'ordre de 18 cas pour 100 000 enfants en France, évaluation faite selon le système national de santé (SNDS) sur une base de données médico administratives de 2014 à 2015. La prévalence est estimée à 13 pour 100 000 jeunes de moins de 20 ans (2013).

Selon ces données, les taux régionaux sont variables. La région Réunion fait partie des régions françaises où le taux d'incidence de DT1 dans la population pédiatrique est un des plus bas avec une incidence sur ces années de 14.2 pour 100 000 enfants et par an (4).

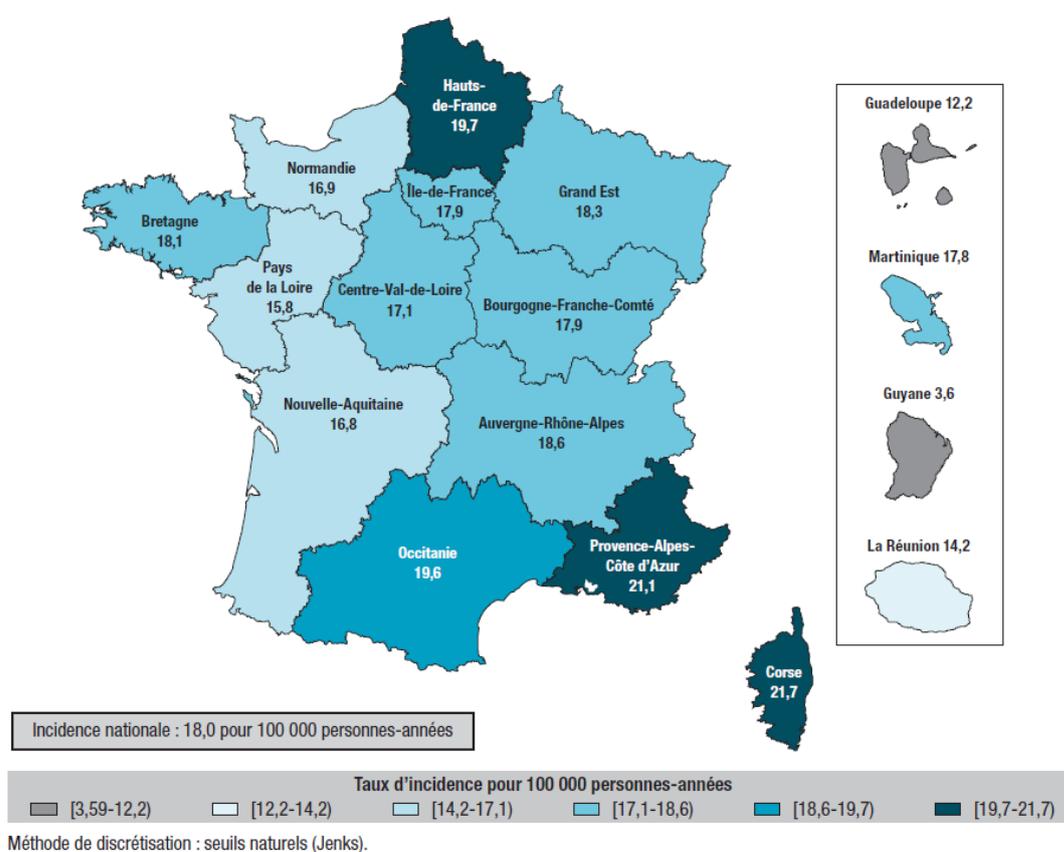


Figure 1 : Taux d'incidence du diabète de type 1 en France dans la population pédiatrique, par région 2013-2015

Sur le plan mondial, la prévalence de diabète de type 1 en 2013 était estimée à 500 000 enfants de moins de 15 ans avec d'importantes variations géographiques.

On constate au sein de pays développés, notamment en Europe, une nette disparité de répartition de la prévalence de diabète avec un gradient Nord-Sud marqué (5).

Depuis la fin des années 1980, on constate une augmentation de l'incidence du diabète pédiatrique en France et en Europe. En France cette augmentation est de l'ordre de +4 % par an. En parallèle à cette augmentation, les primo découvertes se font de plus en plus en tôt avec un âge moyen de découverte aux alentours de 7 à 8 ans.

Il est difficile à ce jour d'expliquer les raisons d'augmentation du taux de diabète, la génétique ne pouvant expliquer à ce jour à elle seule cette augmentation. Il n'a pas été identifié non plus de facteur environnemental évitable.

La forme la plus fréquente retrouvée chez l'enfant est le diabète de type 1 avec 90 % des primo découvertes chez l'enfant.

Cependant au sein de la population pédiatrique il émerge de plus en plus de diabètes de type 2 secondaires à l'augmentation de la prévalence de l'obésité infantile.

De plus moins de 30 % de la population pédiatrique diabétique française à un diabète équilibré.

1.4. Présentation de la population pédiatrique diabétique réunionnaise

Une étude multicentrique descriptive (6) réalisée sur l'ensemble des centres hospitaliers de l'île de la Réunion avait montré qu'entre le 01 Janvier 2010 et le 31 décembre 2014, 170 enfants avaient été diagnostiqués diabétiques soit une incidence moyenne annuelle de 34 primo découvertes de diabète pédiatrique. Cette étude avait montré une incidence moyenne régionale de 12.5 nouveaux cas pour 100 000 enfants et par an.

Les données nationales basées sur le SNDS avec une étude de 2013 à 2015 montraient une incidence annuelle de 14.2 cas pour 100 000 enfants (4).

Les enfants étaient âgés de 9.4 ± 4.8 ans au moment du diagnostic. Par ailleurs, il avait été constaté qu'à la primo découverte 20 % des enfants étaient âgés de moins de 5 ans.

Le sexe ratio était plutôt équilibré avec 54 % des patients de sexe féminin.

Environ 15 % des patients présentaient une obésité au diagnostic.

La majorité des patients (82.4 %) présentait un diabète de type 1, 9.4 % des diabètes étaient de type 2 et 3.5 % avaient un diagnostic de diabète monogénique.

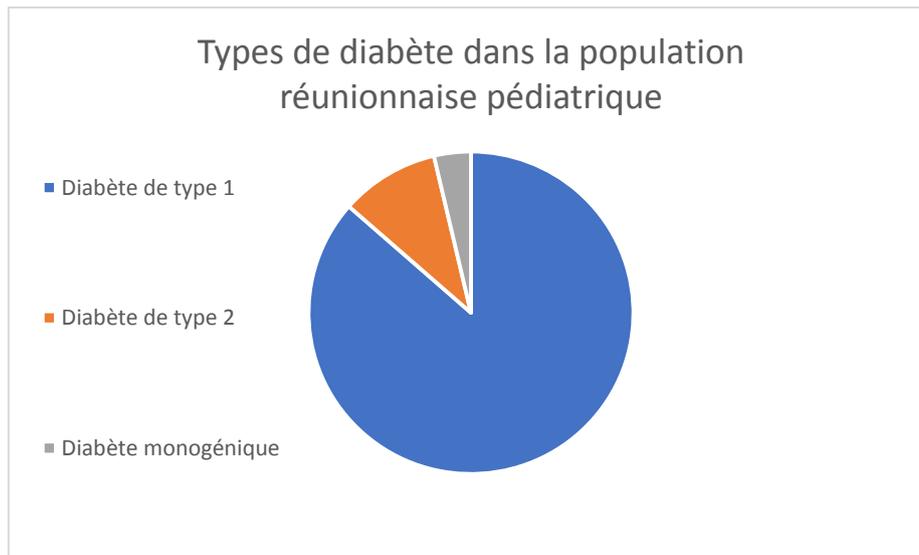


Figure 2 : Répartition des types de diabètes pédiatriques à la Réunion

La prise en charge du diabète chez l'enfant est assurée par des équipes de diabétologie pédiatrique au sein de 4 centres hospitaliers sur l'île de la Réunion :

- Le centre hospitalier Felix Guyon, situé sur Saint Denis, dans le Nord de la Réunion,
- Le centre hospitalier Sud Réunion, situé à Saint Pierre, assurant le suivi des patients originaires du Sud de l'île.

Ces 2 pôles forment ensemble le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de la Réunion.

- Le centre hospitalier Ouest Réunion, situé dans l'Ouest, sur Saint Paul,
- L'hôpital d'enfants ASFA à Saint Denis ayant un programme d'éducation thérapeutique et une équipe pluridisciplinaire formée.

Les enfants sont ainsi pris en charge par des équipes pédiatriques spécialisées dans la diabétologie pédiatrique, permettant une prise en charge initiale à la découverte, avec éducation thérapeutique, puis la mise en place d'un suivi spécialisé au long cours.

Le diagnostic relativement tôt de diabète dans la population pédiatrique implique une durée d'évolution longue. Ces enfants ont donc par définition un haut risque de complications ultérieures.

1.5. Description de la mesure continue du glucose

Il existe à ce jour à la disposition des professionnels de santé et surtout des patients de nouvelles technologies permettant la mesure du glucose interstitiel, permettant notamment une mesure continue du glucose, par le port de capteur de glucose interstitiel.

Ces dispositifs sont validés par les recommandations d'experts dans le suivi du diabète. Ils améliorent pour certains aujourd'hui la qualité de vie des patients.

La mesure du glucose est une mesure basée sur le taux de glucose situé en interstitiel et non en capillaire.

Il n'est donc pas toujours similaire au taux de glycémie capillaire, il existe en effet un décalage entre les taux relatifs au délai de passage du glucose du sang vers le liquide interstitiel. Ce décalage est systématique en cas de variations rapides de la glycémie et est parfois de l'ordre de plusieurs minutes selon les types de capteurs.

Les variations glucidiques sont renseignées par les flèches de tendance. Ces flèches de tendance sont le reflet des variations glucidiques des 15 dernières minutes. Leur prise en compte est capitale dans la décision thérapeutique des patients.

Ces dispositifs améliorent pour certains la qualité de vie des patients. Ils permettent une surveillance en temps réel de la mesure du glucose avec une facilité d'accès aux informations.

A ce jour, il est connu qu'il existe une corrélation inverse entre le nombre d'autosurveillances glycémiques et le risque de complications ultérieures (7).

Les recommandations émises par la Haute Autorité de Santé (HAS) pour contrôler l'apparition de complications ultérieures, sont une surveillance de la glycémie par auto contrôle glycémique minimal de 4 fois par jour. Or une étude nationale réalisée en 2014 avait permis de montrer que moins d'un tiers des patients diabétiques sous insulinothérapie réalisent des auto contrôles glycémiques en nombre suffisant, conformément aux recommandations de l'HAS (8).

De manière générale, la recherche d'une amélioration de l'équilibre glycémique implique pour de nombreux patients l'augmentation de l'apparition d'hypoglycémies ce qui peut représenter un frein à une prise en charge intensive du diabète (9).

La mise en place d'une surveillance glycémique par mesure du glucose interstitiel (mesure continue du glucose) permet au sein de la population adulte diabétique déjà bien équilibrée mais présentant une symptomatologie récurrente d'hypoglycémies plus ou moins symptomatiques, de diminuer le nombre d'évènements hypoglycémiques (10).

Au sein de la population diabétique adulte, la mise en place de capteurs de glucose a montré également une amélioration de l'équilibre glycémique. Les études américaines DIAMOND (11) et GOLD (12), respectivement américaines et suédoises ont également confirmé que le taux d'hypoglycémies et notamment le taux d'hypoglycémies sévères était moins fréquent au sein d'une population porteuse d'un capteur de mesure que dans la population non porteuse. Les taux d'hémoglobines glyquées se voyaient également améliorés après mise en place des capteurs.

L'étude DIAMOND réalisée entre 2014 et 2016, comportait 158 patients diabétiques avec une hémoglobine glyquée à l'entrée dans l'étude de 8.6 % (+/- 0.6 %) sous insulinothérapie par schéma basal bolus. La cohorte comptait 158 patients. 105 patients avaient bénéficié de la pose d'un capteur de glucose par un capteur Dexcom G4 et 53 patients formaient le groupe contrôle. La population chez laquelle un capteur de mesure continue du glucose avait été posé a montré une baisse significative de leur hémoglobine glyquée à 12 semaines de -1.1 % et de -1 % à 24 semaines de la pose contre -0.5 et -0.4 % dans la population contrôle.

Deux études contrôlées, les études IMPACT (13) et REPLACE (14) ont réalisé une évaluation de l'utilisation des lecteurs FreeStyle Libre commercialisés par Abbott, et dont le remboursement en France se fait depuis 2017. Elles avaient permis de montrer une amélioration du temps passé en hypoglycémie sans impact négatif sur l'hémoglobine glyquée. L'étude IMPACT (13) rapportait une amélioration de la qualité de vie de ces patients diabétiques.

Ces résultats ont été confirmés par plusieurs autres études par la suite.

Un impact sur le nombre d'hospitalisations pour hypoglycémies sévères avait également été relevé.

1.6. Présentation des différents dispositifs de mesure du glucose interstitiel

Trois types de dispositifs de mesure du glucose interstitiel sont utilisés dans notre population pédiatrique :

- Le FreeStyle Libre (FSL), qui est un capteur de mesure flash du glucose interstitiel, dont l'activation a lieu lors d'un scan réalisé par le patient.
- Le capteur type Dexcom qui est un capteur de mesure continue du glucose interstitiel avec possibilité d'alarmes de prévention ou d'action d'hypoglycémie ou d'hyperglycémie utilisé indépendamment d'une pompe à insuline
- Le capteur couplé à la pompe à insuline, le Enlite de MEDTRONIC.

Présentation FreeStyle Libre

Le FreeStyle Libre (15) est un système flash d'autosurveillance du glucose. C'est un capteur de glucose interstitiel indépendant, permettant un recueil de données de taux de glucose par scan du capteur. A la suite de la réalisation d'un scan, une mesure instantanée du taux de glucose interstitiel et une flèche de tendance indiquant son évolution sont délivrées, associées à une courbe traduisant l'historique des 8 dernières heures. Il peut y avoir un décalage de 5 à 10 minutes entre le taux sanguin et le taux interstitiel du glucose.



Le capteur est placé sur la face externe du bras.

Le capteur a une durée de vie de 14 jours.

Il ne nécessite pas de calibration. Son utilisation est plutôt simple d'utilisation.

Sa prescription ne concerne que les enfants de plus de 4 ans.

Il ne dispose cependant pas d'alarme et n'a pas actuellement de possibilité de couplage avec une pompe à insuline.

Sa mise en place nécessite également la réalisation de séances d'éducation thérapeutique.

Sa prescription est réservée aux patients diabétiques (dont le type est 1 ou 2), âgés au minimum de 4 ans, dont le traitement est une insulinothérapie par pompe ou par injections avec minimum 3 injections par jour et ayant une surveillance par glycémie pluriquotidienne avec au moins 3 glycémies par jour.

Sa prescription est donc possible au diagnostic de diabète.

Présentation capteur Dexcom

Le capteur Dexcom (16) est un capteur pouvant être prescrit à partir de 2 ans chez des enfants diabétiques de type 1 avec absence d'équilibre glycémique ou chez un enfant qui présente une symptomatologie d'hypoglycémie sévère.



Le lecteur délivre une valeur glycémique toutes les 5 minutes, associée à une flèche de tendance et un recueil de données sur plusieurs heures (jusqu'à 24 heures).

Il donne la possibilité de régler des alarmes après détermination de seuil. Il n'est pas couplé à la pompe et n'a donc pas de fonction d'interruption du débit d'insuline.

Sa mise en place nécessite également la réalisation de séances d'éducation thérapeutique.

Le capteur nécessite d'être changé tous les 7 jours.

De plus il nécessite de réaliser au minimum deux calibrations par jour à des moments de stabilité glycémique.

Sa prescription est réservée aux patients diabétiques de type 1, âgés au minimum de 2 ans, avec une absence d'équilibre glycémique (hémoglobine glyquée $\geq 8\%$) malgré l'insulinothérapie par multi injections ou par pompe, ou chez des patients diabétiques de type 1 de minimum 2 ans avec une symptomatologie d'hypoglycémies sévères dans l'année précédant sa prescription.

Présentation capteur Enlite

Le capteur Enlite (17) est un capteur de mesure en continu du glucose qui est couplé à la pompe à insuline externe MEDTRONIC.



Le lecteur délivre une valeur glycémique toutes les 5 minutes, associée à une flèche de tendance et un recueil de données sur plusieurs heures (jusqu'à 24 heures). Des alarmes sont programmables.

Ces systèmes couplés à la pompe permettent une interruption de l'insuline basale de la pompe en cas d'hypoglycémie voire même avant la survenue d'un événement hypoglycémique (« arrêt avant hypo »).

Sa prescription nécessite également des séances d'éducation thérapeutique.

La durée du capteur est de 6 jours.

Il nécessite de réaliser au minimum deux calibrations par jour à des moments de stabilité glycémique.

Sa prescription est réservée aux patients diabétiques de type 1, enfants également sans limite d'âge, avec une absence d'équilibre glycémique (hémoglobine glyquée $\geq 8\%$) malgré l'insulinothérapie par pompe depuis plus de 6 mois et ayant une autosurveillance glycémique pluriquotidienne de minimum 4 fois par jour. Elle s'adresse également aux patients diabétiques de type 1, peu importe l'âge, avec une symptomatologie d'hypoglycémies sévères nécessitant une intervention médicale dans l'année précédant sa prescription malgré l'utilisation de la pompe depuis plus de 6 mois et la surveillance glycémique supérieure à 4 fois par jour.

Sa prescription est donc privilégiée dans les situations nécessitant la prévention d'hypoglycémies grâce à l'utilisation du système arrêt avant hypoglycémie et d'alarme, non disponible avec le capteur FreeStyle Libre.

La présence ainsi d'une problématique hypoglycémique est donc un des déterminants, notamment en cas de port d'une pompe à insuline, du choix du capteur.

La prescription de ces capteurs de glucose interstitiel est assurée par un diabétologue ou un pédiatre, avec cependant une mise en place qui se doit d'être faite en centre adapté à l'éducation thérapeutique ou dans un centre initiateur de pompe à insuline.

1.7. Tolérance cutanée des capteurs

L'utilisation de plus en plus répandue de capteurs et notamment du FreeStyle Libre a vu émerger des effets indésirables cutanés et notamment des cas de dermatite allergique

de contact. En effet, était mis en évidence la présence au sein des capteurs d'allergènes connus (Isobornyl acrylate) avec possiblement 5.5 % de réactions cutanées rapportées au sein d'une population adulte diabétique selon une étude d'une équipe suédoise et belge (18). Environ un tiers de ces patients avaient pu être amélioré par l'application de film de protection cutanée. Ces réactions cutanées allergiques ont également été décrites chez les enfants (19) (20) .

Au sein de la population pédiatrique, il y a cependant peu d'études, notamment en milieu tropical de la tolérance cutanée de ces dispositifs.

Les problèmes de tolérance cutanée sont un frein à la mise en place ou à la poursuite au long terme de l'utilisation des capteurs et nécessite ainsi d'être pris en charge.

1.8. Présentation des programmes d'éducation thérapeutique

La mise en place de capteur de glucose interstitiel implique un élément essentiel de prise en charge : l'éducation thérapeutique afin de garantir une efficacité et un bon emploi des dispositifs à court, moyen et long terme. Un encadrement optimal dans l'éducation thérapeutique permet également de diminuer les risques de mauvaise utilisation.

L'éducation thérapeutique construit l'implication des patients dans leur utilisation des capteurs de glucose.

Plusieurs niveaux d'éducation thérapeutique à l'utilisation des capteurs de glucose interstitiel ont été mis en évidence, et sont le reflet de ce qu'en font les patients.

Le processus d'éducation thérapeutique est présenté plus loin.

1.9. Qualité de vie

Au sein de la population pédiatrique, peu d'études ont évalué la qualité de vie des patients des enfants diabétiques (21).

La mise en place de capteur de glucose interstitiel est régulièrement rapportée à une amélioration de la qualité de vie tant dans les populations diabétiques adultes qu'au sein des populations d'enfants diabétiques.

Une étude sociologique réalisée par le groupe Diabète LAB avait permis de mettre en évidence de nombreux avantages des systèmes flash d'autosurveillance (FreeStyle

Libre) et montrait que ces systèmes apportaient confort, praticité et simplicité dans la prise en charge du diabète (22).

1.10. Population pédiatrique

La population pédiatrique est une catégorie de la population diabétique qui présente un risque plus important d'hypoglycémie.

Le traitement est majoritairement guidé par une insulinothérapie intensive majorant le risque d'hypoglycémie et nécessitant un contrôle glycémique pluriquotidien.

Au sein de la population pédiatrique, les différentes études montrent qu'il n'y a pas d'amélioration franche de la mesure de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) (23) après la mise en place de capteur mais qu'une amélioration des hypoglycémies (24) et notamment des hypoglycémies nocturnes (25) est mise en évidence.

Lors de l'utilisation de capteur lié à la pompe, la fonction permettant l'arrêt avant hypoglycémie permet une nette amélioration des taux d'hypoglycémie.

La lutte contre les hyperglycémies nécessite une lutte contre la peur des hypoglycémies présentes chez de nombreux parents. La diminution des hypoglycémies présente donc un avantage dans la rassurance parentale vis-à-vis de ces hypoglycémies et permettent donc d'axer la prise en charge dans la lutte de l'hyperglycémie dont la conséquence est l'apparition des complications à distance.

La mesure du glucose permet ainsi outre la réduction de ces hypoglycémies d'aider à la modification de l'insulinothérapie au quotidien (26).

Le port de capteur de glucose interstitiel tend à se répandre dans la population avec augmentation du choix des capteurs et la mise sur le marché de capteurs indépendants, qui ne nécessitent pas la mise en place d'une pompe à insuline. Il est ainsi possible d'être porteur d'un capteur peu importe son schéma thérapeutique d'insulinothérapie.

Ces capteurs ne sont cependant pas des capteurs développés spécifiquement pour la population pédiatrique, et donc montrent des inconvénients que l'on ne retrouve pas systématiquement dans la population adulte : difficulté de tenue, taille trop importante...

La mise en place de capteur de glucose dans la population nécessite donc particulièrement la réalisation de programmes d'éducation thérapeutique des patients

mais aussi de la famille, particularité de la pédiatrie, car il s'agira des familles qui devront prendre en charge la pose des capteurs, parfois vécues comme difficiles, les calibrations à des moments de la journée de stabilité glycémique, prendre les décisions thérapeutiques...

Les alarmes mises en place permettent un encadrement et une guidance dans les décisions de prise en charge mais peuvent parfois mettre en difficulté l'entourage autre que parental avec des situations d'indécision. La mise en place de projet d'accueil individualisé (PAI) permet également d'aider les encadrants sur la décision et permet de rassurer notamment les personnels des écoles ou des crèches qui prennent en charge ces enfants au quotidien. Ils permettent que le diabète de ces enfants ne soit pas un frein à la scolarisation et à l'intégration sociale.

Ainsi la réalisation des séances d'éducation thérapeutique peut également s'adresser à d'autres membres de la famille qui s'occupent de l'enfant (grands-parents, ...) mais également à toute personne impliquée dans la garde ou la surveillance de ces enfants (école, crèche...).

Au sein de la population pédiatrique, les adolescents constituent un sous-groupe dont l'équilibre glycémique n'est pas simple à obtenir. Les désirs d'autonomie et de liberté sont présents. La mise en place d'un capteur est parfois vécue comme une intrusion dans leur intimité avec un regard sur leur décision de prise en charge de leur diabète.

Il est plus fréquent chez ces adolescents de constater les oublis dans la réalisation de bolus, qui, en cas de récurrence régulière, sont un frein à l'obtention d'un équilibre glycémique avec majoration des HbA1c (27).

Le désir de pose d'un capteur de glucose interstitiel mais aussi le choix du type de capteur est ainsi variable selon la population et notamment selon l'âge des patients. On rencontre ainsi un grand nombre de capteurs FreeStyle Libre au sein de la population adolescente alors que les systèmes avec des alarmes et qui peuvent être couplés aux pompes à insuline semblent plutôt choisis par les parents des jeunes enfants.

Sur le plan de la qualité de vie, les jeunes patients mais aussi les parents rapportent un bénéfice majeur avec une satisfaction de ces capteurs qui est importante et qui semble apporter un confort de vie dans la prise en charge de ces diabètes.

De plus il est aujourd'hui connu que le diabète de l'enfant et notamment du petit enfant est un diabète qui présente des difficultés de prise en charge avec une instabilité glycémique importante et ces dispositifs sont une aide précieuse en apportant un grand

nombre d'informations permettant une optimisation des prises en charge, tant en tendant vers une amélioration de l'équilibre glycémique mais aussi en cherchant à limiter au maximum les effets indésirables d'une prise en charge intensive du diabète.

1.11. Analyse des données des capteurs

Le recueil rétrospectif des données nécessite un téléchargement des données à l'aide de logiciels spécifiques.

Il permet d'avoir accès aux courbes de variations glycémiques, de graphiques, de moyennes. Le téléchargement permet de se représenter le taux d'hypoglycémie.

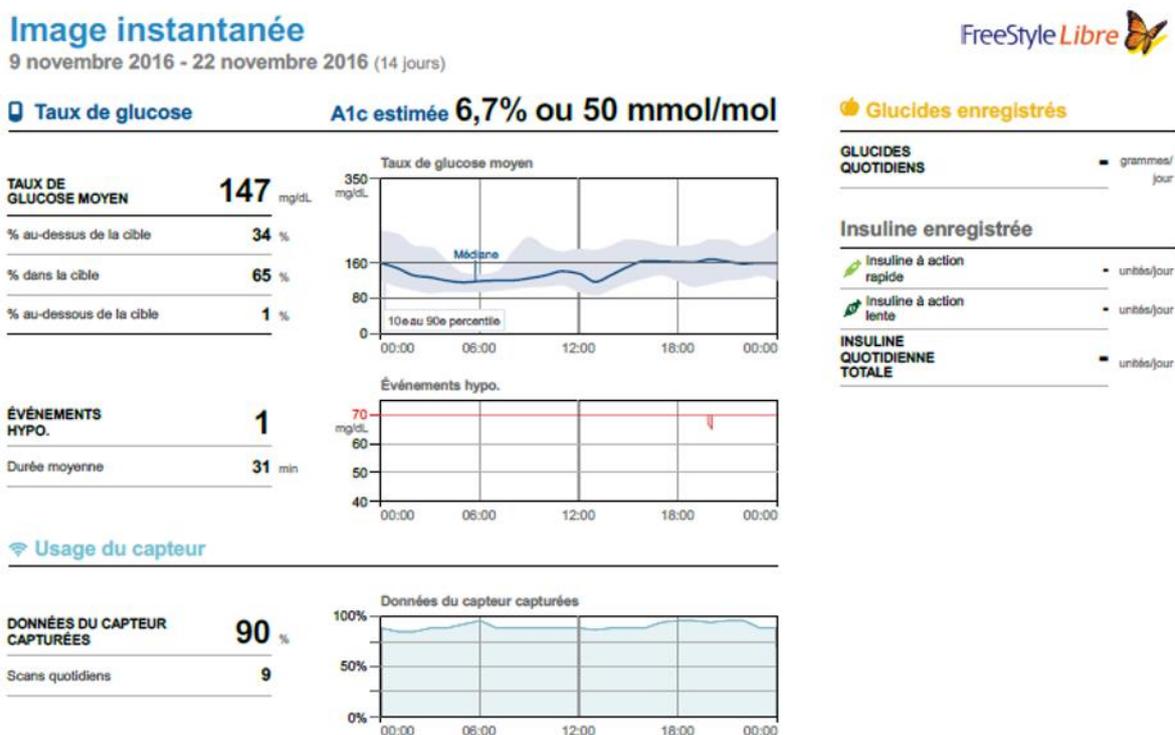


Figure 3 : Exemple de téléchargement de FreeStyle Libre (téléchargement sur 14 jours)

L'analyse des données en rétrospectif, permet de corréliser les événements de vie du quotidien aux variations glycémiques. L'évaluation des courbes avec recueil des données nocturnes est un avantage significatif dans la décision de modification thérapeutique et est peu accessible en l'absence de port d'un capteur de mesure continu du glucose.

Il faut savoir que ces données sont des données d'analyse contribuant à la rééquilibration des insulinothérapies utilisées au cours des différentes consultations de suivi de ces patients avec le diabétologue pédiatrique. Un pourcentage de données capturées minimum de 80 % est nécessaire à l'interprétation des données du capteur et notamment à l'interprétation du taux de moyen de glucose.

Le téléchargement des données se fait de manière systématique au cours du suivi des patients par les soignants impliqués dans la prise en charge du diabète, mais peut se faire également par le patient lui-même. Le téléchargement par le patient implique une auto analyse des données, mais requiert un niveau d'éducation thérapeutique adapté, tant dans la manipulation et la réalisation même du téléchargement que dans l'analyse rétrospective. Les logiciels de téléchargement spécifiques sont ainsi également disponibles pour les patients qui souhaitent réaliser ces téléchargements à domicile de manière régulière.

C'est le cas, entre autres, du capteur FreeStyle Libre, pour lequel chaque patient peut avoir accès au logiciel de téléchargement via le site internet de FreeStyle sur lequel le patient a la possibilité de se créer un compte patient (Libre View).

Le partage de ces téléchargements est possible permettant un suivi à distance avec le personnel soignant. Le téléchargement s'inscrit donc dans la mise en place de consultations de télémédecine qui pourraient à ce jour compléter la prise en charge qui se fait aujourd'hui principalement en présentiel des patients au cours des différentes consultations.

L'analyse rétrospective avec une analyse couplée soignant – patient permet par l'identification des situations de variations glycémiques nocturnes notamment d'évaluer les besoins basaux de ces patients. Elle permet de décider les doses basales d'insuline, voire lorsque les patients sont sous pompes, permet la réalisation de plages horaires différentes correspondant à des débits basaux différents. Les capteurs couplés à la pompe donnent la possibilité également de stopper le débit basal en cas de survenue d'hypoglycémie ou permettent par cette suspension d'éviter la survenue de l'hypoglycémie avec un arrêt du débit avant la survenue de l'hypoglycémie.

L'analyse de la période post prandiale permet également la détermination des doses d'insulines rapides qui seront administrées avant chaque repas. Cette analyse n'a d'intérêt que dans le cas où elle est réalisée sur plusieurs repas. De plus, elle nécessite

la récupération d'informations recueillies auprès du patient sur l'analyse des repas avec comptage de glucides et des doses d'insulines administrées.

Un autre paramètre d'analyse en corrélation avec le patient qui est important est l'analyse des comportements face à des situations de dérégulation glycémique. L'analyse d'une situation d'hypoglycémie suivie d'un resucrage, permet de mettre en évidence les situations de resucrage approprié et surtout les situations de resucrage excessif qui conduisent à des pics hyperglycémiques.

De même, l'analyse des hyperglycémies permet de voir si le patient a ou non le réflexe de réaliser une correction d'insuline par administration d'un bolus. Soit ce bolus permet de revenir en normoglycémie, soit il persiste une situation d'hyperglycémie, qui signe un bolus insuffisant soit il apparaît une situation d'hypoglycémie qui signe, dans ce cas, un bolus excessif.

1.12. Utilisation optimale

Une utilisation optimale passe certes par un nombre de scans suffisant notamment pour le FreeStyle, par une analyse multivariée des données avec évaluation des chiffres et décision thérapeutique en fonction des flèches de tendance, mais également par une analyse rétrospective des données.

L'analyse rétrospective permet l'accès à un niveau 3 d'éducation thérapeutique.

L'encouragement des patients à l'autoanalyse des données semble ainsi être une clé de prise en charge de son propre diabète par les patients (28).

Au sein de la population pédiatrique, le téléchargement des données par le patient en autonomie pour analyse rétrospective semble n'être fait que rarement (29).

L'éducation au téléchargement et à l'analyse de données est donc insuffisante à ce jour dans les populations pédiatriques.

1.13. Données de téléchargement de FSL

Lors du téléchargement d'un capteur FreeStyle Libre, de nombreuses données sont disponibles.

Les recommandations pour un diabète équilibré lors de l'analyse des données de téléchargement d'un FreeStyle Libre sont ainsi bien définies.

Un diabète équilibré passe certes par un taux de glucose moyen dans les cibles glycémiques, mais il ne doit pas être le reflet d'un profil hyperglycémique compensé par de nombreuses hypoglycémies, témoignant d'une grande variabilité glycémique.

Ainsi les recommandations d'un diabète équilibré avec suffisamment de données exploitables sont donc avec un minimum de 80 % de données capturées sur la période de téléchargement d'avoir au moins 65 % du temps dans les cibles glycémiques (70-180 mg/dL), avec moins de 5 % du temps en hypoglycémie.

1.14. Processus d'éducation thérapeutique

L'éducation thérapeutique est indispensable tant dans la prise en charge du diabète indépendamment du type de surveillance glycémique mais également lorsqu'un capteur est mis en place.

L'évaluation de l'acquisition des notions d'éducation thérapeutique peut se décliner en 3 niveaux différents.

- Niveau 1 :

Le niveau 1 concerne l'éducation thérapeutique initiale. Il s'agit des premiers pas dans l'acquisition des connaissances relatives aux capteurs. Elle consiste à l'acquisition de la compréhension de la mesure interstitielle du glucose. Elle comprend également l'acquisition des gestes techniques préalable à une autonomie à domicile avec la pose du système, la réalisation des calibrations si celles-ci sont nécessaires. Elle permet la réalisation des mesures de glucose et l'interprétation des chiffres en temps réel avec notamment la gestion de l'hypoglycémie.

La programmation et le choix des alertes et alarmes sont nécessaires avec les systèmes Enlite de MEDTRONIC et Dexcom.

- Niveau 2 :

Le niveau 2 d'éducation thérapeutique, permet de réagir instantanément. Le patient va décider de réaliser un bolus correcteur d'une hyperglycémie, ou de traiter une hypoglycémie lors de l'alerte.

Face aux informations, le patient sera éduqué à l'adaptation des bolus en fonction des repas et des corrections. L'éducation à la prévention d'une hypoglycémie avant que celle-ci n'arrive fait également partie de ce niveau de processus éducatif.

Le niveau 2 d'éducation thérapeutique est un niveau de pratiques avancées dans l'éducation du patient.

- Niveau 3 :

Le troisième niveau d'éducation thérapeutique, permet une analyse rétrospective. Il éduque à l'adaptation des doses d'insuline rapide en fonction de la sensibilité à l'insuline observée mais également en fonction des ratios d'insuline par rapport au nombre de glucides ingérés.

Ce niveau d'éducation comporte également l'adaptation de l'insulinothérapie basale, avec soit modification des doses d'insuline lente soit modification des débits basaux de la pompe.

Le dernier palier d'éducation est l'anticipation des situations en fonction de l'acquisition de l'expérience acquise : le patient décidera ainsi d'avoir des schémas d'insulinothérapie différents selon des situations de vie différentes, comme par exemple en cas d'activités physiques, de vacances scolaires ...

Le niveau 3 d'éducation thérapeutique passe par un téléchargement des données, avec évaluation des données, analyse et action selon l'analyse rétrospective.



MCGTR : mesure continue du glucose en temps réel

Figure 4 : Processus éducatif des patients sous mesure continue du glucose en pédiatrie (29)

1.15. Programme d'éducation thérapeutique au sein de la population pédiatrique du CHU Sud Réunion

Au sein de l'unité d'endocrinologie-diabétologie pédiatrique, la mise en place d'un capteur de glucose interstitiel s'accompagne d'ateliers d'éducation thérapeutique dédiés, avec éducation des patients, mais également éducation des parents.

Ces ateliers sont généralement collectifs permettant de coupler le partage des connaissances à plusieurs familles, et de réaliser un partage d'expériences des familles et des patients.

Au sein de la population pédiatrique, le choix de capteur est essentiellement le port d'un capteur FreeStyle Libre.

Le programme d'éducation thérapeutique (ETP) se déroule en 3 étapes distinctes et est détaillé en annexe 1 :

- Une première séance organisée sous la forme d'un Hôpital de Jour avec intervention pluridisciplinaire, et des ateliers répartis sur la journée,
- Puis deux Hôpitaux de jour, avec ateliers sur 2 demi-journées.

Ces 3 séances sont réparties d'affilée.

La première journée d'ETP permet de recueillir les attentes des patients et des parents vis-à-vis de la pose d'un capteur de glucose interstitiel.

Les différents points et objectifs de cette première séance sont donc :

- De comprendre le système et le principe de la glycémie interstitielle.
- De savoir réagir en fonction des résultats obtenus avec une adaptation en temps réel du traitement et en utilisant les flèches de tendance, et d'apprendre les conduites à tenir en cas d'hypoglycémie et d'hyperglycémie.
- Apprentissage de la pose du capteur.
- Reprise de l'insulinothérapie et de la glycémie capillaire.
- Réalisation d'un repas thérapeutique encadré par une diététicienne dédiée, l'objectif étant autour d'un repas et donc d'un temps convivial de permettre d'apprendre à repérer les glucides du repas et leur impact sur la glycémie.
- Une fois que le capteur est fonctionnel, réalisation d'un scan (flash monitoring) et analyse des données notamment analyse de la flèche de tendance. Apprentissage à intégrer au sein du lecteur les doses d'insuline et les repas.
- Réalisation d'un atelier sur les données de téléchargement et explication des recommandations pour un bon équilibre du diabète

La deuxième séance d'éducation thérapeutique permet de réaliser les points suivants :

- Réalisation d'un scan / flash monitoring avec l'infirmière d'éducation, puis analyse des résultats (taux de glucose et flèche de tendance).
- Apprentissage du téléchargement du lecteur via un ordinateur.
- Interprétation des résultats d'une semaine complète, axée sur les téléchargements effectués par chaque patient et analyse par rapport aux objectifs de bon équilibre diabétique.

- Interprétation des résultats jour par jour afin de dégager une conduite à tenir dans le but d'améliorer son propre équilibre.

La troisième séance d'éducation permet de reprendre avec les patients et leur famille les connaissances acquises durant les deux premières séances et de réaliser une dernière séance afin d'apprendre à « adapter en temps réel le traitement par insuline au résultat de glucose interstitiel couplé à l'analyse des flèches de tendance et à l'historique des dernières heures ».

Cet atelier permet également une mise en situation pratique.

Ces séances d'éducation thérapeutique réparties sur 3 semaines sont par la suite suivies de consultations de suivi systématiques qui permettent également de réévaluer et de réexpliquer les différentes acquisitions théoriques.

La mesure en continu du glucose semble donc avoir une place majeure dans la prise en charge du diabète de l'enfant. Elle est compatible avec tous les schémas thérapeutiques. Elle nécessite un encadrement thérapeutique, outil indispensable à la prise en charge. La réévaluation à intervalles réguliers des niveaux d'éducation thérapeutique permet d'encadrer les patients et leurs familles au long cours dans leurs acquisitions théoriques. L'éducation thérapeutique prend plus de temps que chez les adultes et la formation de l'ensemble de la famille est indispensable, avec une hétérogénéité dans la progression des différents niveaux en fonction des familles.

Notre étude a ainsi pour but d'évaluer l'évolution de l'équilibre glycémique à la mise en place d'un capteur de glucose interstitiel au sein des patients porteurs ou ayant été porteurs d'un capteur de glucose et qui sont pris en charge dans le service de diabétologie pédiatrique du CHU Sud Réunion.

Cette étude permet également d'évaluer l'utilisation qu'en font les patients et leur famille et donc d'évaluer le niveau d'éducation thérapeutique acquis.

Elle permet aussi d'évaluer un des points clés de frein à l'utilisation des capteurs en évaluant la tolérance cutanée de ces capteurs dans notre cohorte, et donc en milieu tropical.

2. Patients et méthodes

Notre étude réalisée était une étude rétrospective descriptive monocentrique qui consistait à analyser l'utilisation des systèmes de mesure de la glycémie interstitielle au sein la cohorte de patients diabétiques suivis dans l'unité d'endocrinopédiatrie du centre hospitalier universitaire Sud de l'île de la Réunion : modalités d'utilisation de ces nouvelles technologies par les patients, niveau d'éducation thérapeutique atteint, évaluation de l'équilibre du diabète et des complications aiguës graves (hypoglycémies sévères et décompensation acidocétosique) des patients porteurs d'un capteur de glucose interstitiel ou qui ont été porteurs d'un capteur, évaluations de leurs tolérances notamment cutanées et niveau de satisfaction.

Le recueil de données était fixé au 31 décembre 2019.

La population d'étude était issue de la cohorte de patients diabétiques suivis dans le service d'endocrinopédiatrie du CHU Sud. Les patients devaient être porteurs d'un capteur de glucose interstitiel ou avoir eu recours à un capteur de glucose interstitiel dans leur prise en charge du diabète pendant plus de 6 mois.

Les patients inclus au sein de l'étude étaient les patients diabétiques traités par insulinothérapie. L'insulinothérapie pouvait être un schéma basal bolus, un schéma conventionnel ou une insulinothérapie par pompe à insuline externe.

L'âge limite d'inclusion était de 20 ans.

Étaient exclus les patients qui n'étaient pas traités par insuline sous cutanée, les refus de participation à l'étude et ceux dont les données étaient indisponibles.

La population d'étude était ainsi composée de 81 patients.

Variables étudiées :

Les données relatives descriptives de la population étaient relevées avec les données concernant l'âge des patients, le sexe, l'âge de découverte du diabète et l'âge de pose du capteur de glucose interstitiel.

Cette étude réalisée sur l'ensemble de la cohorte des patients diabétiques suivis dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud Réunion, qui avaient bénéficié de la pose d'un capteur de glucose interstitiel dans le suivi de leur diabète, permettaient d'évaluer l'évolution de leur équilibre glycémique autour de la mise en place du capteur de glucose

interstitiel avec évaluation paraclinique. L'équilibre diabétique était évalué par le recueil via les dossiers patients des hémoglobines glyquées, avec comparaison 6 mois avant et 6 mois après la mise en place du capteur et permettait de voir si la mise en place de ces capteurs de glucose interstitiel aidait à l'amélioration de l'équilibre du diabète au sein de cette population.

Etaient également relevé au sein des dossiers patients le nombre d'intervention pour hypoglycémie sévère ou acidocétose ayant nécessité une hospitalisation dans l'année précédant et suivant l'utilisation d'un capteur de glucose interstitiel.

Le port de capteur de glucose interstitiel permettant un téléchargement régulier de données rétrospectives, nous avons pu évaluer, grâce aux données de téléchargement des capteurs, l'évolution des moyennes de taux de glucose interstitiel ainsi que les pourcentages dans la cible et en hypoglycémie (pourcentage en dessous de la cible) le premier mois après la pose du capteur, puis à 3 mois, à 6 mois, à 9 mois, à 12 mois, à 18 mois et à 24 mois lorsque ces données étaient disponibles.

Sur les capteurs FreeStyle Libre nous pouvions également récupérer les pourcentages de données capturées afin de voir si les capteurs étaient portés de façon continue et donc permettant d'évaluer de manière rétrospective la compliance, l'adhérence et l'utilisation de ces dispositifs. En effet, chaque scan réalisé par le patient afin de connaître son taux de glucose permet un enregistrement sur l'historique des 8 dernières heures. Le pourcentage de données capturées reflète donc sur une période donnée de 14 jours ou 21 jours en général, les modalités d'utilisation du capteur par le patients nombre de scan quotidiens, et moment des scans sur 24h.

Les données de téléchargement sont réparties en pourcentage au-dessus de la cible, pourcentage dans la cible, et pourcentage en dessous de la cible. La cible est définie lors de la réalisation de réglage et devrait être réglée entre 70-180 mg/dL.

Un questionnaire évaluant l'utilisation des capteurs de glucose par les patients et leurs familles a été réalisé. Les réponses aux questionnaires étaient récupérées au cours des consultations de suivi ou au cours d'entretiens spécifiques. Le questionnaire permettait également d'évaluer au sein de la population la tolérance cutanée de ces dispositifs.

Les données de compliance à ces dispositifs, d'acceptabilité et de tolérance étaient recueillies.

L'utilisation au quotidien de ces dispositifs ainsi que l'utilisation par les patients des données disponibles dans les lecteurs en accédant à l'historique des lecteurs et la

réalisation d'auto analyse permettaient d'établir un niveau d'utilisation et d'évaluer l'acquisition du processus éducatif des patients sous mesure continue du glucose, cette évaluation se faisait par un questionnaire présenté en annexe 2.

Un relevé des hospitalisations sur la dernière année à partir des dossiers patients a été effectué afin d'évaluer le pourcentage d'hospitalisation pour hypoglycémie sévère ou pour acidocétose, hors primo découverte.

Les analyses permettaient ainsi de réaliser un état des lieux monocentrique de la prise en charge et de l'utilisation de ces dispositifs.

Les données étaient incluses au sein d'un tableau de recueil de données anonymisées avant réalisation des analyses statistiques.

Ethique :

Les différentes déclarations nécessaires à la réalisation de l'étude ont été réalisées : la déclaration au sein de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés CNIL et ainsi que les déclarations au sein du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données), ainsi que la construction de l'étude par le recueil de données rétrospectives avec consentement recueilli auprès des patients a permis après avis l'affranchissement de l'accord du comité d'éthique local.

2.1. Analyses statiques :

L'analyse descriptive des variables ordinales et qualitatives était exprimée sous forme de fréquences et pourcentages.

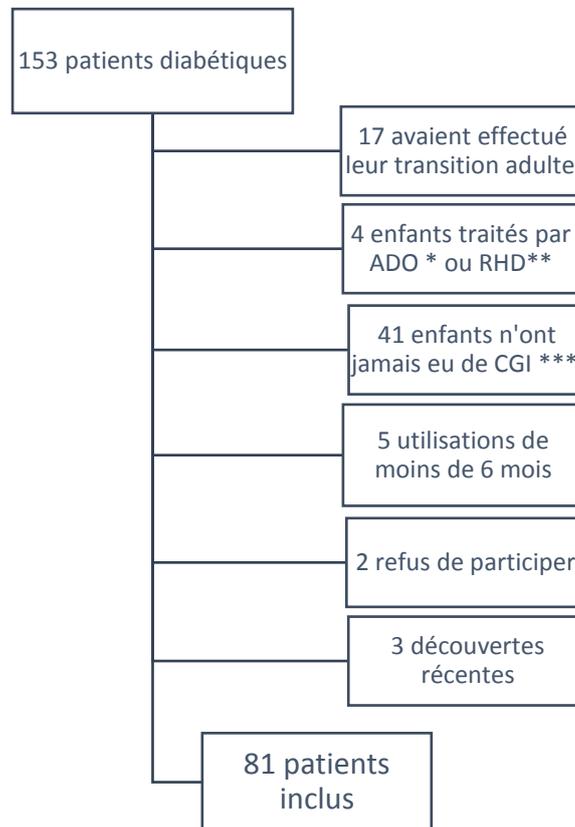
Les variables quantitatives étaient représentées sous forme d'effectifs, de moyennes, de médianes ou de valeurs extrêmes.

Pour les données quantitatives, les comparaisons bivariées étaient effectuées à l'aide du test de Mann et Whitney, du test t de Student pour données appariées, les tests du Chi² de Pearson ou du test exact de Fisher étaient utilisés pour les pourcentages. Ces analyses étaient effectuées après vérification des conditions d'application (ANOVA).

Les hypothèses ont été testées de façon bilatérale au seuil $\alpha = 5\%$.

3. Résultats :

Analyse rétrospective des dossiers patients



3.1. Description de la population

*ADO : Antidiabétiques oraux

** RHD : règles hygiéno-diététiques

*** CGI : capteur de glucose interstitiel

Figure 5 : Organigramme de constitution de la population d'étude

136 enfants diabétiques sont en cours de suivi au 31 décembre 2019.

132 sont concernés par la possibilité de bénéficier d'un capteur de mesure du glucose interstitiel.

Au sein des 3 patients de découvertes récentes, 2 ont bénéficié de la pose d'un capteur FreeStyle Libre et un a refusé. Les 2 patients non inclus pour ne pas avoir accepté étaient porteurs d'un capteur FreeStyle Libre.

Ainsi au sein de la population suivie dans le service, 90 enfants ont bénéficié de la pose d'un capteur, il y avait donc 2 découvertes récentes, 2 refus, 5 utilisations de moins de 6 mois exclus permettant ainsi l'inclusion de 81 patients.

On constate ainsi que sur les 132 patients suivis, 46 patients soit un tiers des patients pourraient bénéficier d'un capteur mais n'en veulent pas pour diverses raisons (visibilité, matériel supplémentaire, disposition de données de vie ...).

81 patients étaient inclus au sein de la cohorte, tous étaient diabétiques et traités par insulinothérapie, et tous ont utilisé pendant plus de 6 mois ou utilisent encore la mesure du glucose interstitiel.

Au sein des 81 patients inclus, 56 patients étaient toujours porteurs d'un capteur de glucose interstitiel. Ces patients définissaient ainsi la catégorie de « porteurs ». 25 patients constituent la cohorte de patients « anciens porteurs » caractérisée par un arrêt de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel. Les raisons de l'arrêt de l'utilisation sont rapportées par les questionnaires au sein de la partie correspondante Questionnaire anciens porteurs.

52 % des patients inclus de la population étaient des filles soit 42 enfants et 47 % étaient des garçons soit 38 patients. Le sexe ratio au sein de cette population étudiée était donc de 0.90.

L'âge moyen de l'ensemble de la population au moment du recueil de données était de 13 ans \pm 3.7 ans [4 ; 19ans].

Le diagnostic de diabète avait été posé en moyenne à l'âge de 7 ans \pm 4 ans [0.75 ; 16ans]. On constate que la majorité des diagnostics était réalisée entre 5 et 10 ans avec 40 % (n=32) des découvertes dans cette tranche d'âge.

30% (n=24) des primo découvertes avaient eu lieu avant l'âge de 5 ans.

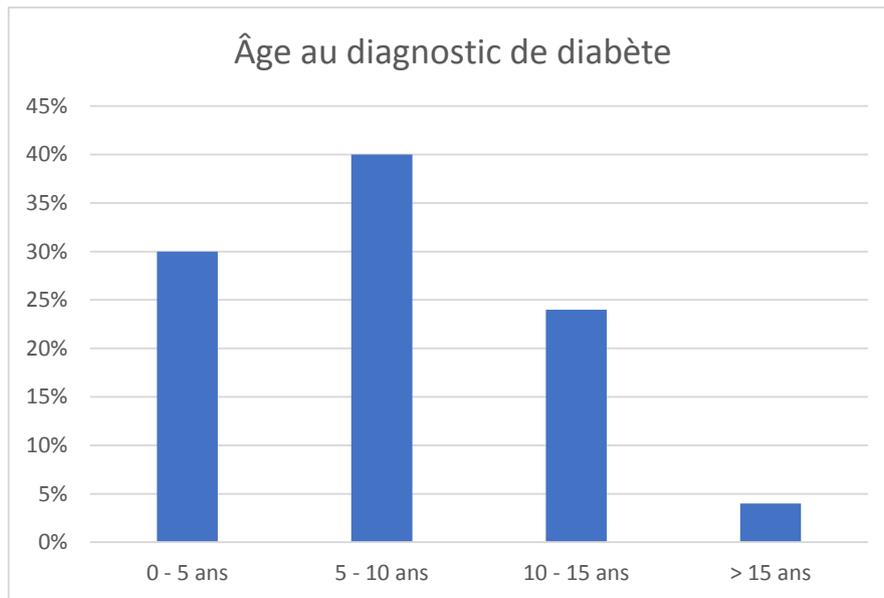


Figure 6 : Groupes d'âge à la découverte du diabète chez les patients de l'étude

3.2. Insulinothérapie

Les trois principaux schémas d'administration de l'insuline par voie sous-cutanée au long cours étaient :

- Schéma basal-bolus (une injection d'analogue lente et 3 ou 4 injections d'analogue rapide injection),
- Schéma conventionnel (2 semi-lentes matin et soir, et une analogue rapide matin et soir),
- Insulinothérapie sous cutanée par pompe à insuline externe (analogue rapide avec débit en continu variable selon les horaires et bolus pour les repas ou corrections).

Au sein de l'ensemble de la population d'étude, le schéma d'insulinothérapie le plus fréquemment réalisé était un schéma basal-bolus avec 58 % de la population (n=47). L'administration par pompe à insuline a été réalisée chez 39.5 % de la population (n=32). Le schéma conventionnel beaucoup moins réalisé n'a été présent que chez 2.5 % (n=2) de la population.

La répartition des schémas d'insulinothérapie au sein de la population de patients toujours porteurs d'un capteur montrait que 57.2 % (n=32) des enfants présentaient un schéma basal-bolus et 60 % (n=15) chez les patients anciens porteurs, 39.3 % (n=22) avaient une pompe à insuline contre 40 % (n=10) chez les anciens porteurs.

Tableau 2 : Répartition des schémas d'insulinothérapie

	Patients porteurs n= 56	Patients anciens porteurs n= 25
Insulinothérapie basale bolus n= 47	57.2 % n= 32	60 % n= 15
Insulinothérapie par pompe n= 32	39.3 % n= 22	40 % n= 10
Schéma conventionnel n=2	3.5 % n= 2	0

On constatait ainsi 29 % d'arrêts chez les patients traités par insulinothérapie basale bolus et 31 % d'arrêts chez les patients traités par pompe à insuline.

3.3. Répartition des capteurs de glucose interstitiel

Au sein de la population, trois types de capteurs étaient proposés en respectant les recommandations de prescription et le choix des patients.

- Free Style Libre :

Le capteur le plus fréquemment mis en place chez les enfants était le capteur FreeStyle Libre, système de flash monitoring du glucose, avec utilisation chez 90.5 % (n=73) de la population d'étude y compris pour les enfants sous pompe à insuline : 29 % des enfants avec FreeStyle était porteurs d'une pompe soit 65 % des enfants sous pompe avaient bénéficié d'un FreeStyle Libre (n=21).

L'âge moyen de pose d'un capteur FreeStyle Libre était de 11.6 ans \pm 3.3 ans [4 ; 16 ans].

- Enlite :

Le deuxième capteur était le capteur Enlite pouvant être couplé à la pompe à insuline, à 8.5 % (n=7). Le troisième type de capteur moins fréquemment utilisé (1 %) est le capteur Dexcom (n=1).

L'âge moyen de pose des capteurs Enlite était de 7.8 ans \pm 4.8 ans [3 ; 15 ans]. Ces capteurs étaient posés chez des enfants sous pompe à insuline et présentant une peur des hypoglycémies, avec indication ainsi d'optimisation de l'équilibre glycémique grâce à l'utilisation du système « arrêt avant hypo ».

- Dexcom :

Le capteur Dexcom a été mis à l'âge de 15 ans chez un patient présentant une déficience mentale, traité par schéma basal bolus, et ne sachant pas signaler ses

hypoglycémies avec un antécédent de coma hypoglycémique. La découverte du diabète avait eu lieu à 9 ans, et les hémoglobines glyquées étaient toutes supérieures à 9.5 % depuis le diagnostic.

Tableau 3 : Répartition des capteurs

Type de capteurs	Effectif n= 81	Age moyen de pose	Ages extrêmes	Arrêt
FreeStyle Libre	73	11.6 ans \pm 3.3 ans	[4 ; 16 ans]	20 (27 %)
Enlite	7	7.8 ans \pm 4.8 ans	[3 ; 15 ans]	3 (42 %)
Dexcom	1	15 ans		

Modalités de mise en place et d'arrêt :

Au sein de la population 15 % (n=12) des capteurs avaient été posés lors de la primo découverte du diabète, et 69 patients ont bénéficié de la mise en place d'un capteur au remboursement du FSL (à partir de mi 2017).

69 % de la cohorte totale (n=56) étaient toujours porteurs d'un capteur de glucose interstitiel, et 31 % (n=25) avaient décidé d'arrêter le port du capteur et de repasser sur un schéma de surveillance glycémique par la réalisation de glycémies capillaires.

L'âge moyen à l'arrêt de port du capteur était de 11.5 ans \pm 3.9 ans [3 ans ; 17 ans] et le capteur avait été porté en moyenne 10 mois \pm 5.7 mois avant son arrêt [2mois ; 20 mois].

Sur les 12 enfants qui avaient bénéficié du capteur à la découverte, 5 avaient arrêté de l'utiliser soit 41 %.

3.4. Equilibre glycémique de la cohorte

- Données paracliniques d'hémoglobine glyquée :

L'hémoglobine glyquée est le reflet de l'équilibre glycémique sur les trois mois précédant le prélèvement.

Elle est utilisée de façon conventionnelle pour décrire l'équilibre glycémique d'un patient. Au sein des dossiers patients, nous avons comparé ainsi les hémoglobines glyquées avant et après la pose d'un capteur de glucose interstitiel chez les patients porteurs du capteur, en relevant les données aux alentours de 6 mois de la pose du capteur et sur l'année avant et après la pose de capteur. Il a été différencié les patients porteurs d'un FreeStyle Libre et les porteurs d'un capteur Enlite, qui ne présentent pas les mêmes problématiques de prise en charge.

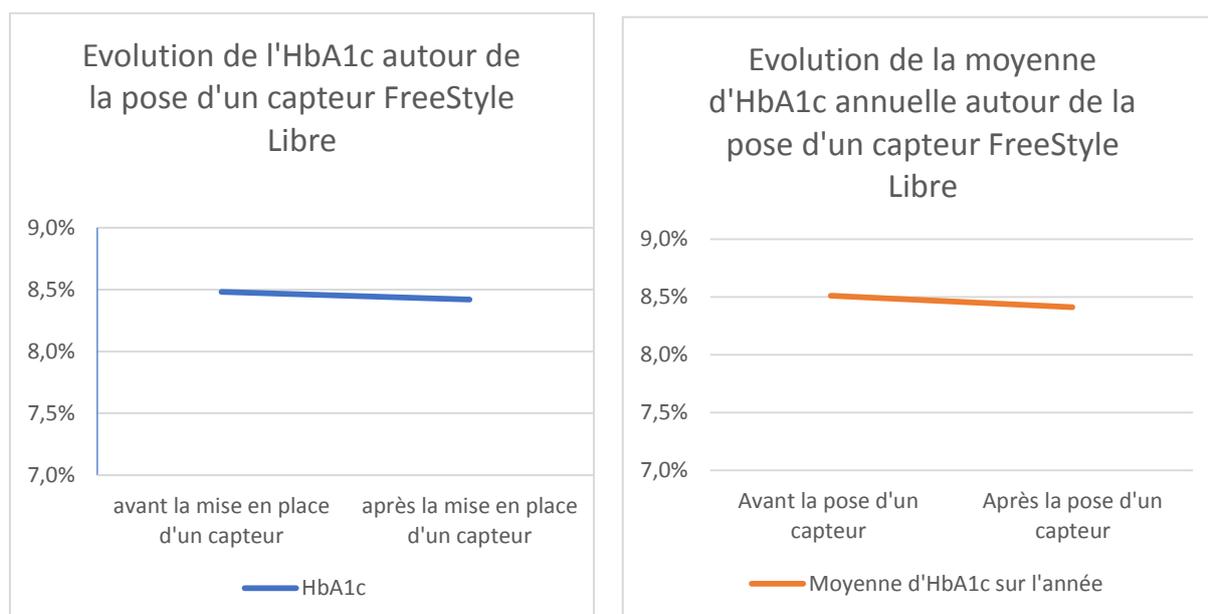
Equilibre glycémique sous FreeStyle Libre :

Ainsi nous avons pu constater qu'en moyenne l'hémoglobine glyquée 6 mois avant la pose d'un capteur FreeStyle Libre (n=45) était à 8.63 % \pm 1.53% [6.38 % ; 14.6 %] et 6 mois après à 8.44 % \pm 1.19% [6.06% ; 11.99%], soit une diminution de 0.19 %. Cette différence est ainsi le reflet d'un taux stable d'hémoglobine glyquée.

Cette différence n'est d'ailleurs pas statistiquement significative dans notre population avec *p value* = 0.4028.

La moyenne des HbA1c sur l'année avant la pose d'un capteur FreeStyle Libre (n=48) était à 8.56 % \pm 1.3 % [6.51 % ; 12.85 %] et la moyenne des HbA1c sur l'année après la pose était à 8.36 % \pm 0.99 % [6.4 % ; 10.7%]. Ainsi la moyenne d'HbA1c sur l'année s'améliorait avec une perte de 0.20 %

Cette différence n'est cependant pas statistiquement significative dans notre population avec *p value* = 0.2742.



HbA1c : hémoglobine glyquée

Figure 7 : Evolutions des hémoglobines glyquées 6 mois avant et après la pose d'un capteur et de la moyenne des hémoglobines glyquées sur l'année avant et après la pose du capteur FreeStyle Libre

Equilibre glycémique sous capteur Enlite :

Chez les patients porteurs d'un capteur Enlite, en moyenne l'hémoglobine glyquée 6 mois avant la pose du capteur Libre était à 8.46% \pm 0.5% [8.14 % ; 9.22 %] et 6 mois

après à 8.41 % ± 0.7 % [7.64 % ; 9.34 %], soit une diminution de 0.05 % (*p value* = 0.7382).

La moyenne annuelle des HbA1c passait de 8.45 % ± 0.93 % [9.02 % ; 8.15 %] à 8.52 % ± 0.76 % [7.68 % ; 9.63 %] (*p value* = 0.7842).

Ces analyses nous montrent que l'équilibre glycémique est stable avec la pose d'un capteur, et que la pose de ce dernier n'améliore pas significativement les hémoglobines glyquées.

- Décompensations aiguës sévères :

Au sein de l'ensemble de la population d'étude, en dehors des hospitalisations pour primo découvertes, généralement accompagnées d'acidocétose, il y avait en moyenne 2 hospitalisations pour acidocétose sur l'année avant et sur l'année après, dans les deux cas en contexte de rupture thérapeutique. Les résultats sont identiques concernant les hypoglycémies sévères avec nécessité d'intervention d'un tiers ou de la nécessité d'utilisation du Glucagen.

Il n'y a donc pas de modification de ces taux avec la mise en place d'un capteur dans notre population d'étude.

A noter sur l'année 2019, 2 patients (2.5%) avaient été hospitalisés pour acidocétose sur la dernière année, en contexte de rupture thérapeutique, l'un avait un capteur et l'autre non et 2 enfants (2.5 %) avaient présenté un épisode d'hypoglycémie sévère.

3.5. Données des téléchargements des capteurs

Lors des consultations de suivi, il est réalisé de façon systématique et consensuelle un téléchargement des données du capteur sur les deux à trois semaines précédentes. Ce téléchargement est analysé avec le patient.

- Capteur FreeStyle Libre :

Le tableau 4 et la figure 8 résument les différents éléments des données de téléchargement.

Tableau 4 : Evolution des données de téléchargements des capteurs de glucose interstitiel FreeStyle Libre : taux de glucose moyen, pourcentages dans la cible glycémique et en hypoglycémie, pourcentages de données capturées

	1 ^{er} mois (n=17)	3mois (n=17)	6mois (n=21)	9mois (n=22)	12mois (n=25)	18mois (n=32)	24mois (n=22)	p-value 12 mois	p-value 24 mois
Pourcentage de données capturées en %	87 %	87 %	74 %	84 %	79 %	71 %	65 %	0.157	<0.02
Pourcentage de données en hypoglycémie en %	4.6 %	6.5 %	4.7 %	6.8 %	8.5 %	8.0 %	11.23 %	0.2840	<0.02
Pourcentage de données dans la cible en %	49 %	45 %	41 %	40 %	41 %	38 %	39 %	0.025	<0.02
Taux de glucose moyen en mg/dL ± écart type	182 ± 32	189 ± 42	206 ± 45	198 ± 35	191 ± 32	199 ± 40	190 ± 33	0.362	0.333

La p value correspond à la comparaison des données entre le premier mois et à 12 mois et 24 mois des données selon le test Student pour les pourcentages de données capturées, les pourcentages de données dans la cible et les taux de glucose moyen.

La comparaison a été réalisé à 3 mois pour le taux de donnée en hypoglycémie afin de s'affranchir de la période de lune de miel du 1^{er} mois.

La réalisation du test de Student permettait de montrer une diminution significative des pourcentages de données capturées, et donc d'utilisation, et des pourcentages de données dans la cible à 24mois, avec augmentation au même temps du taux en hypoglycémie.

Ces pourcentages ne montraient pas de différence significative avant 24 mois.

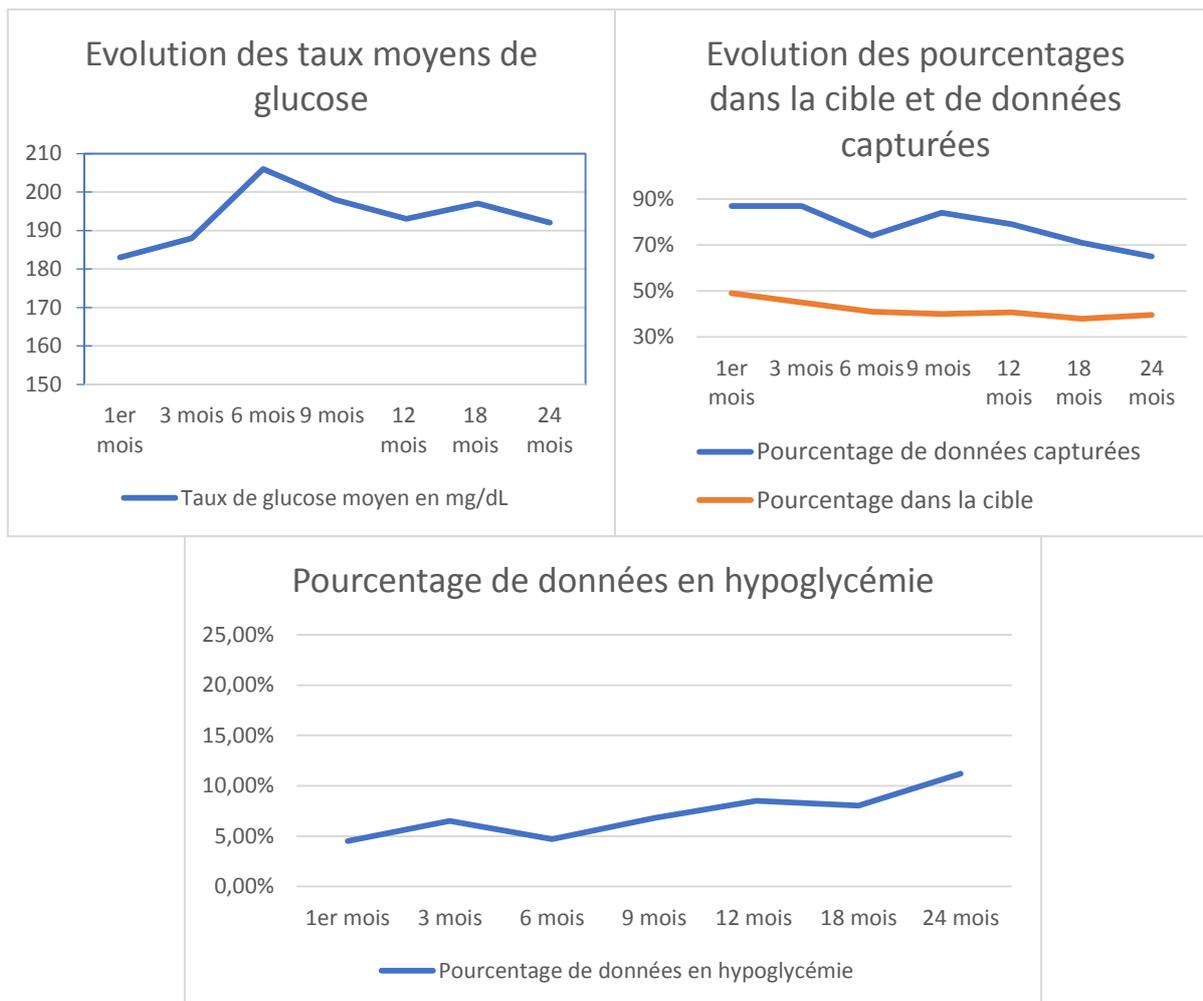


Figure 8 : Evolutions des données de téléchargements des capteurs de glucose interstitiel FreeStyle Libre : taux de glucose moyen, pourcentages dans la cible glycémique, pourcentages de données capturées et pourcentage en hypoglycémie.

L'analyse des graphiques montre que le taux de glucose moyen a augmenté progressivement, comme pouvait en témoigner également le pourcentage dans la cible qui a diminué en passant de 49 % à 39 % de données dans la cible glycémique à 2 ans ($p \text{ value} < 0.02$).

Au final, lors de la mise en place du capteur de glucose interstitiel, l'analyse groupée des paramètres d'équilibre glycémique, ainsi que l'analyse des téléchargements ne montraient pas d'évolution à la suite de la mise en place d'un capteur avant 24 mois de port où l'on constatait une diminution des pourcentages de données dans la cible glycémique et une augmentation des pourcentages de données en-dessous de la cible glycémique, avec cependant une diminution des données capturées et donc disponible à l'analyse.

- Capteur Enlite :

Le tableau 5 résume les données téléchargées du capteur Enlite.

Tableau 5 : Evolution du taux moyen de glucose des téléchargements de Enlite

	1 ^{er} mois (n=2)	3mois (n=3)	6mois (n=1)	9mois (n=1)	9mois (n=2)	18mois (n=3)	24mois (n=3)
Taux de glucose moyen en mg/dL	172	162	201	180	215	212	199
± écart type	± 40.3	± 19			± 33	± 35	± 29

4. Résultats :

Analyse des questionnaires patients

Nous avons réalisé un questionnaire d'utilisation des capteurs de glucose interstitiel au cours de consultation de suivi ou au cours d'un entretien spécifique. Afin d'avoir plus de résultats certains questionnaires ont été répondu en autonomie par le patient au cours de consultation infirmière.

Deux questionnaires différents ont été élaborés : un pour les patients porteurs et un pour les patients qui avaient déjà été porteurs du capteur mais qui avaient décidé de l'arrêter. Ces questionnaires sont rapportés en annexe 2 et 3.

Différents éléments ont été évalués :

- La gestion du diabète au quotidien,
- La motivation au port du capteur,
- Le programme d'éducation thérapeutique,
- Les modalités de port puis d'utilisation du capteur,
- L'interprétation des données d'historique de lecteur et de téléchargement,
- L'autosurveillance capillaire,
- La tolérance cutanée.

L'ensemble des patients n'avaient pas répondu à l'ensemble des questions. Les pourcentages sont établis en fonction du nombre de réponses obtenues à chacune des questions.

4.1. Questionnaires porteurs

Le questionnaire de patients encore porteurs de capteur de glucose interstitiel a été réalisé ainsi chez 53 patients soit 95 % de la population de porteurs de capteur de glucose interstitiel (n=56).

Parmi les réponses au questionnaire, 3 patients étaient porteurs d'un capteur Enlite. Les réponses ont été mises en commun sauf pour les caractéristiques spécifiques.

Le questionnaire est rapporté en annexe 2.

Il était rempli à 57 % par l'enfant (n=28), à 33 % par un parent (n= 16), et à 10 % par une collaboration enfant-parent (n= 5).

- La gestion du diabète au quotidien :

Au sein de la population de porteurs, les surveillances glycémiques et la réalisation des doses l'insulinothérapie étaient réalisées à 54 % en autonomie par l'enfant (n=28). 42 % des patients nécessitaient l'intervention d'un parent (n=22), et un passage infirmier était nécessaire pour 25 % des patients (n=13).

- La motivation au port du capteur :

Les différentes raisons de port du capteur sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Raisons de port d'un capteur de glucose interstitiel

Raisons rapportées	Nombre de patients n= 49	Pourcentage
Confort de ne pas piquer le doigt	36	73 %
Simplicité et rapidité des contrôles	13	27 %
Meilleur équilibre glycémique	6	12 %
Discrétion	2	4 %

La principale raison retrouvée spontanément par la population était le confort de ne pas piquer le doigt chez 73 % des patients (n=36).

27% (n= 13) avaient rapporté qu'il était plus simple ou plus rapide de réaliser les contrôles grâce au capteur.

12 % (n= 6) des enfants l'avaient mis en place dans un objectif de meilleur équilibre glycémique et 4 % (n= 2) rapportaient que la réalisation des glycémies se faisait plus discrètement lorsque l'on portait un capteur que sans ce qui présentait un avantage significatif à leurs yeux.

Un seul des 3 patients porteurs des capteurs Enlite, la raison de port du capteur était celle de l'arrêt avant hypo.

Après proposition par le diabétologue selon les recommandations de prescriptions, la décision de poser un capteur avait été prise suite au choix de l'enfant dans 54 % des cas (n=27).

Les différents avantages au capteur étaient le reflet des raisons du port du capteur :

- ne pas piquer le doigt pour 81 % (n=38) des cas,
- avoir un meilleur équilibre glycémique pour 19 % des cas (n=9),
- faciliter le quotidien pour 40 % (n=19),
- permettre plus de contrôles de la glycémie pour 17 % des cas (n=8),
- plus de discrétion dans la réalisation de glycémie dans 6 % (n=3),

- avoir accès à l'historique dans 4 % (n=2).

Les avantages du capteur étaient évalués à 8/10 en moyenne (± 1.2).

Les principaux inconvénients retrouvés sont rapportés dans le tableau 7 ci-dessous. Ils étaient les démangeaisons et l'allergie pour 21 % des cas (n=11), le décalage avec la glycémie capillaire dans 10 % (n=5), la chute avant le délai pour 27 % (n=14), la visibilité pour 17 % (n=9). En effet 60 % (n=31) des enfants recevaient des remarques concernant le capteur qu'ils portaient et cela les embêtait pour près d'un tiers d'entre eux (n=11).

Tableau 7: Inconvénients aux capteurs

Inconvénients retrouvés	Effectifs	Pourcentage
Démangeaisons et allergies	11	21 %
Décalage avec la glycémie capillaire	5	10 %
Chute avant le délai	14	27 %
Visibilité	9	17 %
Remarques reçues : « regard des autres »	31	60 %

- Programme d'éducation thérapeutique

Un programme d'éducation thérapeutique était réalisé soit en hospitalisation complète soit au cours d'hospitalisations de jour et faisait partie de l'éducation à part entière du patient diabétique dans sa surveillance glycémique.

L'éducation thérapeutique était réalisée de façon collective dans 59 % des cas (n=30) ou en séance individuelle dans 41 % des cas (n=21). Ces séances d'éducation thérapeutique se faisaient nécessairement à l'hôpital, dans 54 % des cas au cours d'une hospitalisation complète (n=28) ou en hospitalisation de jour dans 35 % des cas (n=18). 11 % rapportaient avoir cependant bénéficié de séances d'éducation au cours de consultations ou autre (n=6).

- Modalités de port du capteur :

Le capteur de glucose était posé chez 90 % des patients sur le bras (n= 46), dans 13 % (n=7) des cas sur la cuisse et dans 10 % des cas à un autre endroit (n=5), ces deux autres endroits étant soit utilisés principalement pour la pose du capteur soit en alternance avec le bras.

L'évaluation de l'utilisation du capteur montrait que dans 65 % des cas (n= 35) le capteur tombait avant la fin de son utilisation.

La durée moyenne de tenue était de 12 jours ($\pm 2,8$ jours) pour le FreeStyle Libre. On constatait que le capteur tombait plus en été lorsque les températures étaient plus élevées qu'en hiver chez près de 29 % des patients (n= 15).

46 % (n= 24) utilisaient un pansement pour éviter la chute précoce du capteur (pour 16 patients (70 %) il s'agissait d'un pansement de type pansement transparent).

25 % des patients ne portaient pas le capteur en continu, la figure 10 résume les raisons de l'absence de port en continu.

Les raisons de port en discontinu du capteur sont présentées dans la figure 10 ci-dessous.

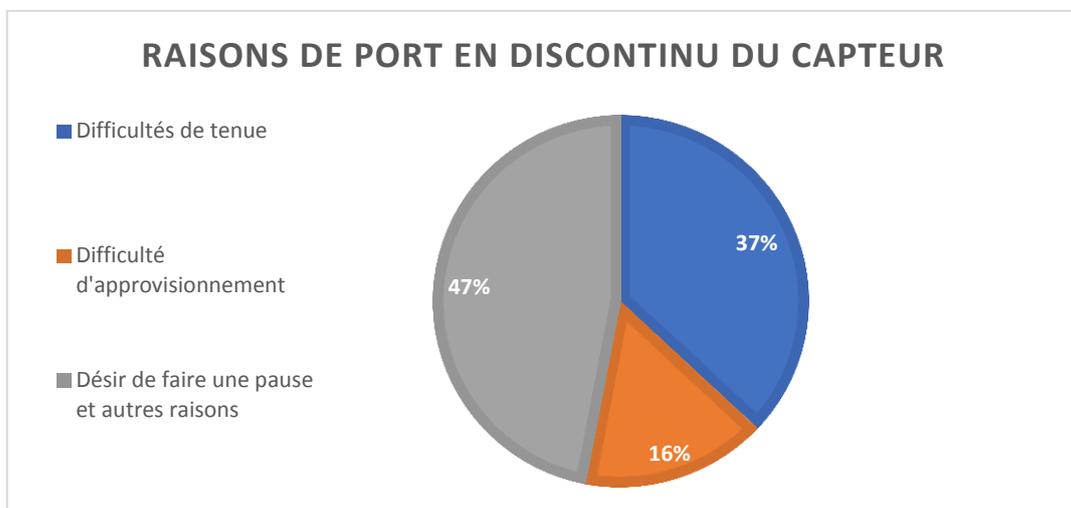


Figure 9 : Raisons de port en discontinu du capteur

D'ailleurs 10 patients, 19 % avaient déjà voulu à un moment arrêter d'utiliser le capteur, mais avaient changé d'avis et poursuivi l'utilisation.

- Modalités d'utilisation du capteur FreeStyle :

Le nombre de scans par jour est estimé en moyenne à 6.5 fois par jour ± 3.8 :

- Avant les trois repas pour l'ensemble des patients,
- Associé à un autre moment de la journée avec 33 % des cas (n=16),
- Scans au coucher pour 52 % des jeunes (n=25),
- La nuit pour 14.5 % des patients (n=7).

Tableau 8 : Utilisation du capteur

	Nombre de patients	Pourcentage
Prévention de l'hypoglycémie en utilisant les flèches de tendance	15	29 %
Prévention de l'hyperglycémie en utilisant les flèches de tendance	8	14 %
Adaptation de l'insuline en fonction des flèches de tendance	15	31 %
Regardaient l'historique	44	90 %
Ajustement de l'insuline basale en fonction de l'historique	20	40 %
Ajustement de l'insuline (bolus) en fonction de l'historique	28	57 %
Modification de l'alimentation en fonction de l'historique	3	8 %
Téléchargement des données à domicile	5	10.2 %
Motivation à apprendre à télécharger à domicile	26	54 %

Près de 29 % (n=15) des patients utilisaient les flèches de tendance afin de prévenir une hypoglycémie avant qu'elle n'arrive avec un resucrage avant même d'être en hypoglycémie et de même 14 % (n=8) des enfants réalisaient une correction d'insuline pour prévenir une hyperglycémie avant qu'elle n'arrive en utilisant les flèches de tendance.

En terme d'utilisation, 27 % (n=13) rapportaient entrer les doses d'insuline dans le lecteur et 31 % (n=15) disaient adapter les posologies d'insuline en fonction des flèches de tendance au moment d'un repas. En association à l'historique, 44 % (n=2) des patients utilisaient un carnet.

- Interprétation des données d'historique de lecteur et de téléchargement :

Concernant l'historique, 90 % (n=44) disaient regarder au moins un élément de l'historique (77 % les moyennes (n=34), 38 % les pourcentages dans la cible (n=17), 27 % les graphiques (n=12), 30 % les courbes (n=13), 11 % (n=5) les hémoglobines glyquées estimées).

Concernant l'établissement du pourcentage dans la cible :

- 64 % (n=25) connaissaient les bonnes valeurs de la cible glycémique (70-180 mg/dL)
- 33% (n=13) avaient une cible glycémique plus stricte
- 2.5 % (n=1) une cible glycémique considérée plus large.

- 29 % (n=11) savaient que l'objectif pour un bon équilibre diabétique est d'avoir minimum 60 % du temps passé dans la cible, voir même 24 % (n=9) étaient plus strictes.

35 % (n=13) disaient connaître leur pourcentage dans la cible au cours des 7 derniers jours ou au cours des 14 derniers jours.

8 % (n=3) disaient modifier leur alimentation en fonction des données de l'historique.

40 % (n=20) rapportaient adapter seuls l'insuline lente ou basale grâce à l'historique et 57 % (n=28) les doses d'insuline rapide.

La majorité des patients et des parents regardaient les historiques mais disaient ne pas avoir d'attitude thérapeutique, pas d'action rétrospective.

La lecture de téléchargement de FreeStyle Libre montrait que 69 % (n=31) disaient savoir lire un téléchargement de lecteur FreeStyle Libre.

Seulement 10.2 % (n=5) des patients réalisaient un téléchargement de données du capteur à domicile. Les raisons pour lesquels ces téléchargements n'étaient pas réalisés étaient :

- absence accès à un ordinateur ou à internet pour 21 % (n=7) des cas,
- absence de formation (55 %, n=18),
- absence de demande de l'équipe ou n'en avaient jamais vu la nécessité (24 %, n=8).

Au sein de la population, 54 % (n=26) des patients et parents étaient motivés à apprendre à télécharger les données à domicile afin de compléter leur suivi.

- Autosurveillance capillaire :

Selon les réponses aux questionnaires (51 réponses), au sein de la population de porteurs, la réalisation de glycémies capillaires en complément de l'utilisation des capteurs est présentée dans la figure 11 ci-dessous.

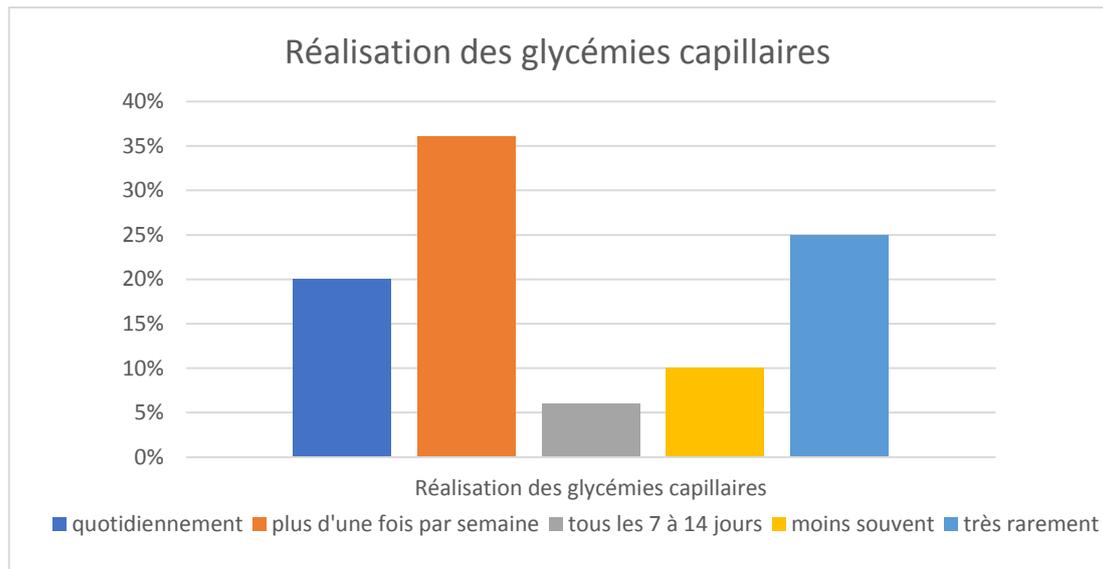


Figure 10 : Réalisation des glycémies capillaires chez les patients porteurs d'un capteur

Les glycémies capillaires se faisaient quotidiennement pour 20 % des enfants (n=10), plus d'une fois par semaine pour 36 % (n=19) des enfants, entre une fois par semaine et environ une fois toutes les deux semaines pour 6 % (n=3) des enfants et moins souvent pour 10 % des patients (n=6). 25 % (n=13) des patients déclaraient ne pas en réaliser ou que très rarement.

Les circonstances de réalisation des glycémies capillaires étaient les suivantes :

- 57 % (n=26) en cas d'hypoglycémie,
- 35 % (n=16) en hyperglycémie,
- 30 % (n=14) des enfants au changement de capteur ou en cas de dysfonctionnement de celui-ci.
- 9 % (n=4) de façon systématique.

Pour 29 % des enfants, la recherche d'acétone se faisait systématiquement au-dessus de 250 mg/dl (n=15). Il n'était pas réalisé de vérification de la glycémie capillaire au cours d'un contrôle d'acétone pour 52 % des enfants (n=27 sur 52) qui se basaient ainsi sur leur chiffre de glucose interstitiel du capteur. Cependant avant la mise en place du capteur, la recherche d'acétone était systématique chez 61 % des enfants (n=27 sur 44 réponses). Ainsi avec la pose du capteur, la recherche d'acétone qui n'est pas assurée par le simple port du capteur était réalisée moins souvent (61 % versus 29 %, p value = 0.0459).

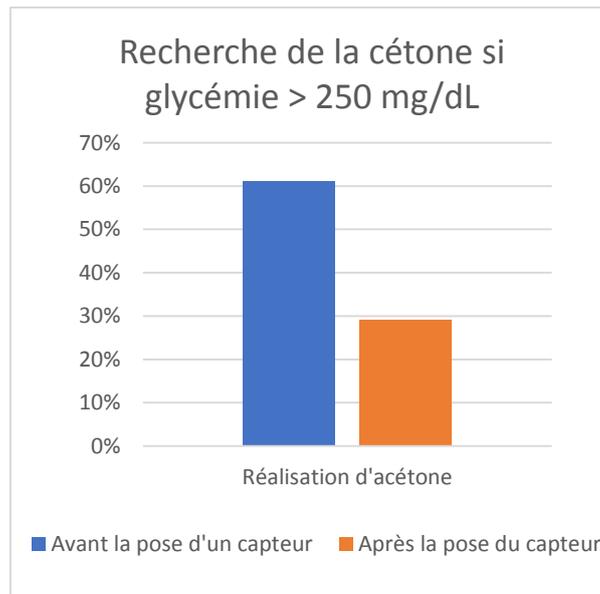


Figure 11 : Recherche de la cétone si glycémie > 250 mg/dL

Les patients considéraient qu'ils pouvaient faire confiance aux mesures du capteur dans 89 % des cas (n=46). La principale raison de méfiance à l'égard des mesures des capteurs était la constatation d'un décalage plutôt régulier entre le taux de glucose interstitiel et la glycémie capillaire.

47 % des enfants (n=22) considéraient qu'ils n'étaient pas plus équilibrés depuis qu'ils avaient un capteur : ceux qui considéraient être mieux équilibrés le rapportaient grâce à l'utilisation des flèches de tendance pour 18 % (n=4) des cas, grâce à l'utilisation de l'historique pour 36 % des cas (n=8) et grâce à une facilité de contrôle pour 23 % des cas (n=5), et 5 patients (23 %) ne donnaient pas de raison.

63 % des interrogés disaient connaître leur taux d'hémoglobine glyquée.

4.2. Questionnaires anciens porteurs

23 patients ont répondu au questionnaire sur les 25 patients anciens porteurs soit 28 % de la population de l'étude.

Il était rempli à 39 % par le jeune concerné (n=9), 43% par un parent (n=10) et 18 % par une collaboration parent-enfant (n=4).

- La gestion du diabète au quotidien :

Au sein de cette population, les surveillances glycémiques et la réalisation des doses d'insuline étaient réalisées à 56 % en autonomie par l'enfant (n=13). 43 % des patients

nécessitaient l'aide d'un parent (n=10), et un passage infirmier était nécessaire pour 22 % des patients (n=5).

48 % des enfants (n=11) utilisaient un carnet pour noter leur glycémie.

Seuls 50 % (n=11) affirmaient connaître le résultat de leur dernière hémoglobine glyquée.

Cette population réalisait en moyenne 5 (\pm 1.7) glycémies capillaires par jour :

- 80 % avant chaque repas (n=15),
- 32 % (n=6) à un autre moment de la journée (par exemple le matin vers 9h30-10h),
- 32 % (n=6) réalisaient une glycémie capillaire au coucher,
- 26 % (n=5) la nuit.

Les dépistages d'acétone se faisaient systématiquement si la glycémie était supérieure à 250 mg/dL pour 65 % des enfants (n=13), et si supérieure à 350 mg/dL ou si HI (indosable) pour 20 % des enfants de la population (n=4).

- Modalités d'arrêt d'utilisation du capteur

Tableau 9 : Capteurs essayés chez les anciens porteurs

	Effectif n=23	Pourcentage
FreeStyle Libre	19	82 %
Enlite	2	9 %
Les 2	2	9 %

Le capteur qui avait été utilisé dans cette population le plus fréquemment était le capteur FreeStyle Libre à 82 % (n=19) et le capteur Enlite dans 9 % des cas (n=2), et 9 % avaient déjà essayé ces 2 types de capteurs (n=2).

Le principal avantage qui était rapporté à l'utilisation qu'ils avaient eu du capteur était l'absence de réalisation de piqûre au bout du doigt dans 83 % des cas (n=19), un gain de temps significatif pour 9 % (n=2) des patients et l'avantage de disponibilité de l'historique des glycémies pour 9 % des cas (n=2). 30 % considéraient que le capteur apportait simplicité et praticité (n=7). 13 % (n=3) voyaient un avantage de pouvoir contrôler le taux de glucose la nuit notamment sans réveiller les enfants pour les plus petits.

Le principal inconvénient rapporté était la présence de réactions cutanées ou de démangeaisons (39 %, n=9), les chutes avant la fin de son utilisation pour 22 % (n=5) des cas et le décalage des glycémies pour 9 % (n=2). 26 % considéraient que le dispositif était trop visible aux yeux de tous (n=6).

Tableau 10: Raisons de l'arrêt d'utilisation du capteur

Raisons de l'arrêt d'utilisation	Effectif n=23	Pourcentage
Chute précoce	8	35 %
Réactions cutanées	9	39 %
Décalage avec la glycémie capillaire	2	9 %
Autres	4	17 %

Les raisons de l'arrêt de l'utilisation de la mesure continue du glucose étaient à 38 % parce que le capteur ne tenait pas bien et donc chutait précocement (n=8). 43 % des enfants (n=9) avaient nécessité d'arrêter d'utiliser ces capteurs pour des raisons de réactions cutanées d'allure allergique ou au minimum de démangeaisons dues au capteur. Les décalages des résultats par rapport à la glycémie capillaire était un motif d'arrêt pour 10 % (n=2) des patients.

19 % avaient d'autres raisons diverses (n=4).

Au sein de cette population était évaluée le niveau d'envie d'avoir à nouveau un capteur de glucose interstitiel qui était en moyenne de 3.6/10 (\pm 3).

4.3. Tolérance cutanée

Au sein des patients porteurs, 46 % des patients (n= 24 sur 52 réponses) ont nécessité de porter un pansement afin que le capteur tienne mieux ou pour améliorer la tolérance cutanée.

En effet 38 % (n=20) des patients avait présenté une réaction cutanée d'allure allergique au capteur :

- 32 % avaient juste un érythème avec œdème (n=6)
- Eruption érythémato-vésiculeuse dans 32 % des cas (n=6)
- Eruption érythémato-bulleuse dans 6 % des cas (n=1)
- Sécheresse cutanée pouvant être associée à un prurit dans 44 % des cas (n=8) pouvant ou non être associée à l'un des 3 stades précédents

- Surinfection cutanée au niveau des sites d'insertion dans 6 % des cas (n=1).

En effet 17 % des enfants porteurs (n=9) nécessitaient un arrêt au moins temporaire à la suite d'une réaction cutanée au capteur. La présence de cicatrice était visible chez 33 % (n=17) des enfants. Afin d'améliorer la tolérance cutanée, 12 % (n=6) des enfants des patients avaient recours à l'utilisation de crème ou de pommade afin d'améliorer la tolérance. La nécessité de recours à un dermatologue avait eu lieu cependant chez seulement 4 % (n=2) des enfants. La tolérance au pansement était cependant bonne dans 86 % des cas (n=19).

Chez les enfants anciens porteurs, on constatait que 60 % des enfants (n=12 sur 20 réponses) avaient déjà fait des réactions cutanées liées au capteur.

Les réactions cutanées étaient :

- 33 % juste un érythème avec œdème (n=4),
- Eruption érythémato-vésiculeuse dans 50 % des cas (n=6)
- Eruption érythémato-bulleuse dans 8 % des cas (n=1)
- Sécheresse cutanée pouvant être associée à un prurit dans 27 % des cas (n=2) pouvant ou non être associée à l'un des 3 stades précédents.
- Surinfection cutanée au niveau des sites d'insertion dans 35 % des cas (n=3) pouvant ou non être associée à l'un des 3 stades précédents.

Ainsi l'arrêt du capteur pour réaction cutanée concernait 35 % des cas (n=7) et 10 % (n=2) avaient nécessité de voir un dermatologue pour cette problématique.

Au total dans l'ensemble de la population d'étude, on constatait un pourcentage de réaction cutanée au capteur de 44 % de l'ensemble des patients (n=32/72) avec une répartition des différents types de réaction cutanée selon la figure 10.

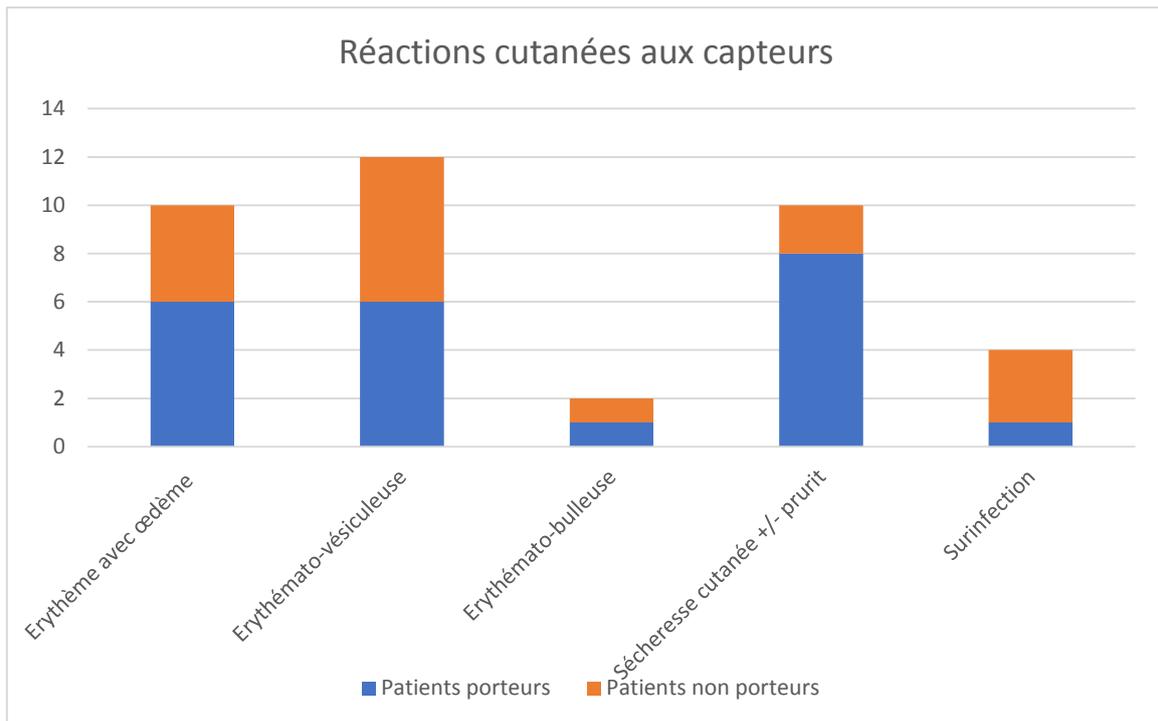


Figure 12 : Répartitions des différents types de réactions cutanées aux capteurs

5. Conclusion et discussion

Le développement des capteurs de glucose interstitiel fait aujourd'hui intervenir les nouvelles technologies dans la prise en charge du diabète.

Sa prescription de plus en plus répandue permet à de nombreux patients diabétiques de prendre en charge leur diabète d'une façon différente avec une alternative à l'autosurveillance capillaire.

Sa prescription s'inscrit souvent dans un processus de désir d'intensification thérapeutique en vue de l'amélioration de l'équilibre glycémique et de prévention des complications aiguës et chroniques du diabète insulinorequérant.

Plusieurs types de capteurs ont été développés et permettent l'accès à ces nouvelles technologies quel que soit le schéma thérapeutique d'insulinothérapie.

Notre étude était une étude rétrospective descriptive monocentrique qui consistait à analyser l'utilisation des systèmes de mesure de la glycémie interstitielle au sein la cohorte de patients diabétiques suivis dans l'unité d'endocrinopédiatrie du centre hospitalier universitaire Sud de l'île de la Réunion.

Le but de ce travail était ainsi de pouvoir mieux accompagner les enfants et leur famille avec des données objectives d'utilisation et d'équilibre glycémique et de comparer ces données avec celles de la littérature en analysant d'éventuelles spécificités liées à cette population de territoire ultramarin vivant en milieu tropical.

La population étudiée est issue de la cohorte d'enfants suivis dans l'unité de diabétologie pédiatrique du CHU Sud Réunion et qui représente 50 % de la cohorte d'enfants diabétiques réunionnais. Un programme d'éducation thérapeutique autorisé par l'ARS est dispensé par une équipe pluridisciplinaire formée au diabète de l'enfant.

Analyse de la cohorte

132 enfants diabétiques traités par insuline étaient suivis au 31 décembre 2019 et pouvaient bénéficier d'un capteur de mesure interstitielle de la glycémie :

- Soit dans les indications du capteur Free Style Libre de chez Abbott : patients diabétiques (dont le type est 1 ou 2), âgés au minimum de 4 ans, dont le traitement est une insulinothérapie par pompe ou par injections avec minimum 3

injections par jour et ayant une surveillance par glycémie pluriquotidienne avec au moins 3 glycémies par jour.

- Soit dans les indications du capteur Enlite pour les patients sous pompe Medtronic : patients diabétiques de type 1, enfants également sans limite d'âge, avec une absence d'équilibre glycémique (hémoglobine glyquée ≥ 8 %) malgré l'insulinothérapie par pompe depuis plus de 6 mois et ayant une autosurveillance glycémique pluriquotidienne de minimum 4 fois par jour Elle s'adresse également aux patients diabétiques de type 1, peu importe l'âge, avec une symptomatologie d'hypoglycémies sévères nécessitant une intervention médicale dans l'année précédant sa prescription malgré l'utilisation de la pompe depuis plus de 6 mois et la surveillance glycémique supérieure à 4 fois par jour
- Soit dans les indications du capteur Dexcom : patients diabétiques de type 1, âgés au minimum de 2 ans, avec une absence d'équilibre glycémique (hémoglobine glyquée ≥ 8 %) malgré l'insulinothérapie par multi injections ou par pompe, ou chez des patients diabétiques de type 1 de minimum 2 ans avec une symptomatologie d'hypoglycémies sévères dans l'année précédant sa prescription.

Parmi ces 132 enfants, on constate que 46 patients, soit un tiers des patients, pourraient bénéficier d'un capteur mais n'en ont pas voulu pour diverses raisons (visibilité, matériel supplémentaire, disposition de données de vie ...). Seulement 60% de notre cohorte bénéficie de la mesure de la glycémie interstitielle. Aujourd'hui, près de 80 % des enfants diabétiques en France sont porteurs d'un capteur FreeStyle Libre.

81 enfants ont été inclus dans l'étude, et 25 patients ont décidé d'arrêter de porter le capteur soit 31 % de la population d'étude, ce qui est un taux important d'arrêt d'utilisation de ces capteurs.

Parmi ces 81 enfants, 32 (39,5%) ont un traitement par pompe à insuline comme 40 % des enfants diabétiques insulino dépendant de la cohorte suivis au CHU Sud Réunion. Le traitement par pompe à insuline concerne un pourcentage inférieur d'enfants par rapport aux données métropolitaines où plus de 50% des enfants bénéficient de cette technologie. (Source de séjours de l'Aide aux Jeunes Diabétiques 2015 pour 1000 enfants âges de

3 à 18 ans).

La majorité des capteurs choisis après proposition par les diabétologues et en respectant les recommandations de prescription est orientée vers le capteur FreeStyle y compris parmi les patients traités par pompe à insuline. Seulement 3 patients sous pompe à insuline étaient porteurs d'un capteur Enlite.

Le capteur Enlite étant en effet prescrit plutôt dans un contexte de problématique d'hypoglycémie grâce à sa fonction « arrêt avant hypo » et aux alarmes, il présente une indication de prescription plus restreinte dans notre population.

De plus la majorité des patients sous pompe à insuline et sous FreeStyle Libre rapportaient plus de praticité à l'utilisation du FreeStyle Libre et voyait un avantage considérable à ne plus se piquer le doigt et donc apport d'un confort plus important qu'avec le capteur Enlite qui nécessite des calibrations avec glycémies capillaires.

Il semble d'après l'analyse des données de cette cohorte d'enfants diabétiques que l'utilisation des technologies avancées dans la prise en charge du diabète soit moins développée qu'en métropole : moins de porteurs de pompe à insuline, très peu d'utilisateurs de capteur couplé à la pompe alors que cela représente un élément indispensable vers la boucle fermée du pancréas artificiel, moins d'utilisateurs de capteur de glycémie interstitiel.

Analyse des paramètres d'équilibre glycémique

L'analyse de paramètres d'équilibre glycémique de cette cohorte montre un équilibre glycémique global supérieur à celui des données métropolitaines. L'hémoglobine glyquée, reflet de l'équilibre glycémique des 3 mois précédant le prélèvement, est directement liée au risque de complications ultérieures. L'HbA1c moyenne de notre cohorte avant ou après capteur est aux alentours de 8,50% pour un taux de 8.30 % en métropole (données des séjours de l'AJD).

Il n'y a par contre que peu d'hospitalisations pour décompensations aiguës graves hypoglycémiques ou acidocétosiques dans notre cohorte avec donc des compétences certaines des enfants et de leur famille à gérer le diabète au quotidien mais la nécessité d'optimiser l'équilibre glycémique.

Nos données montrent que la mise en place de ces capteurs n'avait pas permis d'améliorer l'équilibre glycémique de ces enfants diabétiques, mais n'avait pas non plus eu d'impact négatif sur l'équilibre. Il n'y a pas eu d'évolution significative entre les taux moyens d'hémoglobines glyquées les 6 mois précédant la mise en place et les 6 mois suivant la mise en place du capteur : la diminution de 0.19 % mise en évidence n'était pas statistiquement significative. De même les moyennes d'hémoglobines glyquées permettant le reflet sur une année entière étaient comparées avant et après la mise en place d'un capteur et montraient également une perte de seulement 0.20 % entre les deux périodes, ce qui n'était pas non plus significatif dans notre population.

L'analyse des données de téléchargement ne montre également pas d'évolution de l'équilibre du diabète, en effet un diabète bien équilibré nécessite un pourcentage dans les cibles glycémiques de minimum 60 % du temps mais est interprétable au-dessus de 80% de données capturées. Ce pourcentage permet ainsi de s'affranchir d'un taux moyen de glucose qui peut être satisfaisant mais qui est en fait un équilibre entre de nombreuses hyperglycémies compensées par des hypoglycémies. Il s'affranchit ainsi d'une variabilité glycémique importante (30).

Nous retrouvons dans notre étude les mêmes résultats que ceux des études réalisées : la mise en place d'un capteur de glucose interstitiel, permettant une mesure continue du glucose ne permet pas une amélioration de l'équilibre glycémique chez les enfants diabétiques. La mise en place de ces capteurs n'était pas non plus associée à une dégradation de l'équilibre glycémique.

Ces capteurs améliorent cependant la prise en charge des diabètes par une nette amélioration sur la qualité de vie rapportée par les patients confrontés dès leur plus jeune âge à la prise en charge d'une maladie chronique, avec une prise en charge toute leur vie et sans répit.

Différentes études avaient permis de montrer que le capteur permettait d'apporter une amélioration des épisodes hypoglycémiques dans l'évolution du diabète, et tendait vers l'amélioration de l'équilibre glycémique dans les populations adultes. Au sein des enfants diabétiques, les études montraient peu d'amélioration dans la gestion de l'équilibre même du diabète mais apportait une vraie plus-value dans la gestion des effets indésirables d'une insulinothérapie intensive par la diminution des hypoglycémies.

Analyse des modalités d'utilisation des capteurs

Les questionnaires réalisés ont permis d'évaluer les modalités d'utilisation du capteur par les patients et de compléter ainsi les données des dossiers médicaux.

Près d'un tiers des patients rapportaient une plus grande simplicité et rapidité des contrôles mais n'utilisaient pas suffisamment leur capteur.

Dans notre population seulement 16 patients porteurs de capteurs FSL, rapportaient réaliser des scans à un autre moment que les 3 contrôles pré prandiaux. Seulement 52% des patients se scannaient au coucher alors que ce résultat permet l'adaptation a posteriori des doses d'insuline du soir, une éventuelle correction au coucher en cas d'hyperglycémie et la prévention d'hypoglycémies nocturnes.

La majoration des contrôles glycémiques passant par une augmentation des scans est corrélée à une diminution significative de l'hémoglobine glyquée dans la littérature (31) mais se doit d'être corrélée à une décision thérapeutique à appliquer (bolus de corrections, adaptation de l'insuline, resucrage...).

Seulement 15 patients sur 53 porteurs de capteurs rapportaient utiliser les flèches de tendance pour la prévention de l'hypoglycémie et seulement 8 pour la prévention de l'hyperglycémie.

Les patients sous capteur ont une possibilité plus élevée d'accès à l'information glycémique mais ils n'utilisaient pas de façon optimale leur capteur. La prise de décision thérapeutique en temps réel n'était pas majorée par la possibilité plus fréquente d'ajustement thérapeutique dans notre population d'étude. Ces données peuvent en partie expliquer l'absence d'amélioration de l'équilibre glycémique de notre cohorte.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit les objectifs de l'éducation thérapeutique par l'acquisition des compétences pour la gestion en autonomie de la maladie et du traitement, mais inclus aussi le soutien sur le plan psychologique (32) (33). Elle a pour but de favoriser l'autonomie du patient pour vivre de manière optimale.

L'évaluation de la littératie (« aptitudes cognitives et sociales déterminant le degré de motivation et la capacité à obtenir, à comprendre et à utiliser une information ») (34) et de la numératie (35) (« capacité de compréhension d'information de l'ordre mathématique ») permettent parfois de comprendre les raisons d'absence d'adhérence ou de difficulté de gestion des thérapeutiques.

Une évaluation des niveaux d'éducation thérapeutique montrait que peu d'enfants ou leurs familles accédaient à un niveau d'éducation thérapeutique optimal, le niveau 3, avec des téléchargements de données à domicile qui ne sont réalisés que très rarement, soit pour seulement 10.2 % de la population confirmant que l'utilisation des capteurs et l'appropriation par la famille n'est pas complète. Ainsi le niveau d'éducation thérapeutique s'arrête essentiellement à la décision de réalisation des bolus insuliniques et des conduites à tenir en temps réel avec éventuellement analyse en utilisant les flèches de tendance, mais l'analyse rétrospective reste plutôt limitée dans la population. Ce frein à la non réalisation des téléchargements peut certes s'expliquer par la non-acquisition théorique dans l'apprentissage au cours des séances d'éducation, mais aussi simplement par l'absence de possibilité matérielle de réaliser ces téléchargements qui nécessitent le matériel informatique, parfois coûteux dans une population qui n'a pas toujours les moyens financiers à l'acquisition d'un ordinateur. Dans notre population d'étude, le niveau de vie n'a pas été évalué mais 10% de la population affirment ne pas avoir accès à un ordinateur à domicile nécessaire à la réalisation des téléchargements.

Il faut savoir qu'à la Réunion, 40% de la population vit en dessous du niveau de pauvreté avec 25 % de la population qui est dépendante des prestations sociales selon les chiffres de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) de 2015.

Cependant 90% des patients porteurs de capteurs déclaraient regarder l'historique et plus de la moitié disaient être motivés à apprendre à télécharger les données ce qui laissent envisager la possibilité d'optimisation d'accompagnement et de soutien des enfants et de leur famille en éducation thérapeutique.

Il est en effet nécessaire de prévoir des reprises éducatives avec des objectifs d'éducation thérapeutique partagés tant sur la prise en charge globale du diabète que sur l'utilisation du matériel, d'autant plus que les primo découvertes ont lieu chez des enfants de plus en plus jeunes et qu'après de nombreuses années d'évolution du diabète certaines connaissances théoriques peuvent avoir été oubliées. Il est probable aussi que l'ensemble de l'éducation thérapeutique avait été délivré lors de la mise en place des capteurs ou lors de la découverte du diabète et était plutôt adressé aux parents avec des enfants parfois très jeunes. Avec les années qui passent, les enfants semblent prendre de plus en plus d'autonomie mais n'ont pas toujours acquis certaines connaissances théoriques dans cette éducation thérapeutique à qui a eu lieu parfois plusieurs années auparavant.

Avantages et inconvénients

L'évaluation des avantages et des inconvénients au port de capteur de glucose interstitiel a été réalisée dans la population. Une des difficultés à l'utilisation au long cours de ces capteurs passe par l'acceptabilité du capteur, à tout âge (36). Les principaux inconvénients rapportés par la population des porteurs de capteur mais également dans la population non porteuse, qui avait décidé d'arrêter de porter le capteur de glucose a permis de faire un état des lieux des principaux freins à la poursuite de l'utilisation d'un capteur de glucose interstitiel.

Les principaux inconvénients retrouvés étaient principalement les réactions cutanées avec ou sans démangeaison, qui est un des principaux facteurs de décision d'arrêt d'utilisation du capteur. Le décalage entre la glycémie capillaire et interstitielle a été rapporté par de nombreux patients, avec crainte d'une décision thérapeutique inadéquate, et la nécessité de reconstrôler la glycémie capillaire au doigt.

La chute précoce du capteur avant les 14 jours de fin d'utilisation ainsi que la visibilité aux yeux de tous étaient d'autres facteurs incriminants dans l'arrêt du port.

La visibilité du capteur étant un facteur d'exposition sociale de la maladie chronique, elle est particulièrement retrouvée dans la population adolescente comme inconvénient.

L'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) a ainsi établi en Juin 2018 un rapport sur les données de matériovigilance du FSL (37) et a mis en évidence une augmentation des signalements. Les points retrouvés étaient :

- Les réactions cutanées allergiques (0,4 % de déclaration des utilisateurs),
- Les discordances de valeurs de glucose entre la glycémie capillaire et interstitielle, malgré un décalage temporel connu.
- Il avait été rapporté des difficultés d'approvisionnement également au sein des différentes pharmacies.

Notre étude confirme ainsi ces données nationales.

Les données de tolérance cutanée ont été rapportées et ont permis de voir que près de 44 % de la population présentait une réaction cutanée essentiellement au capteur FreeStyle Libre, ce dernier contenant de l'Isobornyl acrylate, allergène connu. Il faut également noter que la décision d'arrêter de porter un capteur de glucose était imputable à une réaction cutanée chez près de 35 % des patients.

Cependant peu d'enfants ont été pris en charge par un dermatologue dans ce contexte. Une partie de la population avait réussi à améliorer nettement la tolérance cutanée allergique par l'application de film de protection cutanée. La prise en charge de ces réactions cutanées, dont l'allergie n'est pas toujours mise en évidence, semble importante car cela constitue un frein à l'utilisation des capteurs de glucose malgré parfois l'envie de poursuivre leur utilisation au long cours. Ces données de réaction cutanée ont été relevées en tant qu'effet indésirable par l'ANSM (données de matériovigilance) (37).

La tolérance en milieu tropical est moins bonne qu'en milieu non tropical avec un taux réaction cutanée de 5.5 % au sein de population adulte (38) vs 44 % dans notre population. Ce fort taux d'intolérance cutanée met en évidence la nécessité de mise en place de protocole de prise en charge dermatologique des réactions cutanées aux capteurs avec nécessité de collaboration pluridisciplinaire dans la prise en charge coordonnée des patients.

Le port de ses capteurs semble avoir comme principal avantage une nette amélioration du vécu du patient confronté à la maladie chronique avec un vécu parfois difficile des actions nécessaires à la prise en charge du diabète. Ils permettent également une réassurance parentale dans la prise en charge des hypoglycémies qui est un des principaux problèmes de l'insulinothérapie intensive des plus petits, ces derniers présentant une variabilité glycémique importante.

Le couplage de ces capteurs avec les pompes à insuline pourrait réassurer en effet patients mais surtout parents grâce aux alarmes et aux réglages d'arrêt des débits d'insuline avant toute hypoglycémie.

Ces capteurs, qui dans l'imaginaire de tous, représentent une révolution dans l'amélioration des prises en charge sont, en effet, une révolution pour les patients mais pas tant dans l'apport d'amélioration du contrôle glycémique mais plutôt dans une vision d'amélioration du vécu du patient.

Bien que l'étude ne fût pas axée sur l'évaluation de la qualité de vie avec utilisation d'échelle standardisée d'évaluation, la constatation de cette amélioration du vécu du diabète vie est indéniable dans notre étude. Il existe cependant quelques échelles (39) pouvant être adaptées à la situation de l'enfant diabétique, plus particulièrement de l'adolescent qui pourraient servir de support d'aide à l'évaluation. L'échelle DQOL élaborée en 1980, semble cependant aujourd'hui plutôt obsolète et est de moins en

moins utilisée. Une échelle plus récente, adaptation d'une version adulte, ADDQoL-Teen élaborée au Royaume-Uni est une version pouvant être proposée aux adolescents. Cette dernière échelle est présentée en annexe 4.

Le vécu de la maladie des patients diabétiques est un point important à appréhender dans la prise en charge globale de cette maladie chronique

(40). L'étude DAWN2 (Diabetes Attitudes, Wishes, and Needs 2) (41) avait évalué dans 17 pays, l'ampleur de l'impact psychosocial des patients atteints de diabète et particulièrement des patients atteints de DT1. Ces données étaient recueillies auprès de patients mais aussi auprès des familles et des personnels soignants. Elles relevaient entre autres la crainte et même la peur des hypoglycémies (42) des patients et de leur famille. On constatait une inquiétude des patients mais aussi des proches. Cette anxiété présente dans l'ensemble des pays concernés étaient cependant plus marquée en France (43).

Les proches sont par définition impliqués dans la prise en charge des enfants mais restent régulièrement à l'écart dans la prise en charge des patients adultes. Cependant même au sein de la population pédiatrique, il est rare que l'entourage autre que les parents soit formé à la prise en charge. Les conséquences psycho-sociales de cette pathologie peuvent ainsi aussi atteindre les plus jeunes.

Les patients rapportaient une atteinte concernant leurs loisirs, leurs études, leurs situations professionnelles mais aussi leur santé physique, émotionnelle, leurs interactions socio familiales... et un quart des patients ressentaient une discrimination sociale en raison de leur pathologie. Le soutien psychosocial est donc un point majeur à renforcer, notamment lors des ateliers et programmes d'éducation thérapeutique (44).

Les troubles de l'humeur et dépression (45) se doivent d'être dépistés chez les adolescents, la présence d'une maladie chronique pouvant être un facteur de risque. L'étude DAWN2 rapportait ainsi une nette dégradation de la qualité de vie des patients après la découverte du diabète. La forte proportion d'adolescent de notre population pouvant présenter un vécu de la maladie plus difficile et une approche plus compliquée, avec des difficultés relatives à l'adolescence même, un rejet de la maladie et de la différence, pourrait expliquer en partie les difficultés de prise en charge du diabète. La prise en charge psychologique de ces jeunes est une nécessité absolue dans le suivi du diabète, qui est une pathologie lourde avec un fort impact psychosocial.

La mise en place de capteur de mesure continu du glucose participe à l'amélioration de la prise en charge des patients en passant par une amélioration de leur qualité de vie, notre étude nous confirme ainsi ces données. Les patients de notre population rapportent également que l'objectif d'amélioration de leur qualité de vie par la mise en place de capteurs a été un des déterminants principaux de décision de poser ce capteur, et ce bien plus fréquemment qu'un objectif d'amélioration de l'équilibre glycémique.

Les points forts de de notre étude ont été de pouvoir intégrer dans la population d'étude, l'ensemble des enfants suivis dans le service et répondant aux critères d'inclusion concernant les critères de jugement principaux avec l'ensemble des données d'hémoglobines glyquées qui avait pu être recueilli et il n'y avait pas de perte de données.

Un des principaux points faibles de notre étude est que la plupart des données d'utilisation et d'évaluation du niveau d'éducation thérapeutique sont issues des données de questionnaires, avec constatations qu'il existe un réel décalage entre les pratiques de prise en charge par les patients même et les prises en charge réellement effectuées par les patients ou leur famille.

De plus, le recueil des données des téléchargements des capteurs n'a pas pu être effectué pour l'ensemble des patients à chaque temps clés d'évaluation. En effet il s'agit d'une analyse rétrospective et ces données de téléchargement ne sont pas systématiquement sauvegardées lors de leur recueil au cours des consultations de suivi de ses enfants. La comparaison des données de téléchargement contient ainsi de nombreux biais, en effet il ne s'agit pas toujours des téléchargements concernant les mêmes patients aux différents temps d'analyse. Les populations d'étude aux différents temps ne peuvent donc pas être considérées comme les mêmes et les données ne sont donc pas appariées. De plus l'analyse des données de téléchargements nécessitent un pourcentage de données capturées d'au moins 80 %, ce qui n'est pas toujours le cas dans notre étude.

Les analyses permettant une évaluation du niveau d'éducation thérapeutique dépendaient des réponses aux questionnaires. Il est probable ainsi que des données d'évaluation des niveaux d'éducation thérapeutique, les données de surveillance glycémique et de bonne utilisation du capteur soient sous ou sur évaluées. De plus,

malgré l'acquisition des connaissances théoriques, l'utilisation du capteur peut aussi être interprétée comme le reflet de la motivation dans la prise en charge du diabète.

6. Ouverture

Au final, il s'agit de la première étude évaluant l'évolution de l'équilibre glycémique au sein de la population pédiatrique sur l'île de la Réunion autour de la mise en place de capteurs de mesure continue du glucose, et permettant d'évaluer l'utilisation de ces capteurs. Les résultats sur l'équilibre glycémique sont en accord avec les études réalisées dans d'autres pays en nous confirmant l'absence d'amélioration de l'équilibre glycémique dans la population pédiatrique. Cependant elle met en évidence la nette amélioration dans la qualité de vie rapportée par les patients, point majeur et nous confirmant qu'il est important de continuer à proposer ces nouvelles technologies dans la prise en charge d'une maladie chronique présente au quotidien et ne permettant aucun répit.

L'utilisation de plus en plus répandue des capteurs de mesure continue du glucose associés à des systèmes de délivrance de l'insuline tels que les pompes à insuline sont aujourd'hui une avancée et un premier pas vers le pancréas artificiel (46), dont l'objectif est de créer une « boucle fermée » d'évaluation des taux glycémiques et de délivrance de l'insuline.

Aujourd'hui, l'arrêt automatisé de délivrance de l'insuline en cas d'hypoglycémie et les arrêts avant hypoglycémie de certains capteurs couplés aux pompes, permettant la lutte contre les hypoglycémies diurnes mais également nocturnes (47), nous confirme la création de boucles pour le moment « semi-fermées » où continue d'intervenir le patient dans la délivrance des insulines vis-à-vis des repas, ou dans la gestion des hyperglycémies, et dans l'adaptation à l'activité physique.

Il semble qu'en parallèle à l'amélioration de la transmission du savoir, il est nécessaire d'encourager la motivation du patient qui est la clé de l'amélioration de la prise en charge du diabète. De nombreux outils passant parfois par les jeux ou les ateliers interactifs permettant de capter l'attention des jeunes voire des plus jeunes se mettent de plus en plus en place.

Le niveau d'éducation thérapeutique dans la population pédiatrique a rarement été étudié. Notre étude montre que malgré les séances et ateliers mis en place, le niveau 3 d'éducation thérapeutique est compliqué à intégrer dans la vie quotidienne de la population pédiatrique, cette éducation thérapeutique étant une des clés de prise en charge de la maladie chronique. Cependant au sein de la population, nombreux sont les

patients et les parents demandeurs et motivés à améliorer le niveau d'éducation thérapeutique avec réapprentissage des techniques de téléchargement.

Ceci contribuerait à permettre de mettre en place un partage de données de téléchargement effectué à domicile et donc un complément de suivi à distance avec une possibilité de réaliser des consultations de télémédecine. Ainsi la création d'un espace patient au sein par exemple de logiciels Internet spécifiques (exemple du logiciel Libreview pour le capteur FreeStyle Libre) déjà existants est déjà possible mais est peu répandue au sein des patients, mais son utilisation tend à se mettre en place doucement au sein des pratiques de prise en charge.

Le téléchargement des données à domicile est une ouverture vers une médecine future dans la prise en charge des patients avec possibilité de suivi en télémédecine, ce qui permettrait d'augmenter les évaluations médicales dans le suivi dans un contexte aujourd'hui d'augmentation de la population malade sans accroissement des moyens hospitaliers à dispositions et donc parfois des difficultés de prises de rendez-vous et des augmentations des délais de rendez-vous avec les spécialistes.

Il serait intéressant aussi dévaluer l'équilibre glycémique à distance de la mise en place du partage des données de téléchargement à domicile, avec au préalable une reprise de l'éducation axée sur le niveau 3 d'éducation thérapeutique et permettant ainsi un suivi complémentaire.

Une étude complémentaire après mise en place permettrait ainsi d'évaluer les freins à l'optimisation de l'équilibre glycémique une fois que l'ensemble des enseignements théoriques relatifs à la gestion des capteurs seront acquis. Il serait également intéressant d'évaluer les facteurs prédictifs d'amélioration métabolique à la mise en place de capteur en comparant les caractéristiques des patients dont l'équilibre glycémique s'améliore aux patients dont l'équilibre glycémique se dégrade ou reste stable.

Cette étude s'accompagne à ce jour après récupération des divers résultats d'une perspective d'amélioration des prises en charge thérapeutique et éducative de la population pédiatrique diabétique issues du CHU Sud Réunion.

Il s'agit également à ce jour de la première étude évaluant la tolérance cutanée des dispositifs de mesure continue du glucose interstitiel au sein d'une population pédiatrique en milieu tropical. Elle met en évidence la nécessité de mise en place de protocole de

prise en charge dermatologique des réactions cutanées aux capteurs avec nécessité de collaboration pluridisciplinaire dans la prise en charge coordonnée des patients.

7. Références

1. Mellitus* TEC on the D and C of D. Follow-up Report on the Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 1 nov 2003;26(11):3160- 7.
2. Gillett MJ. International Expert Committee Report on the Role of the A1C Assay in the Diagnosis of Diabetes. *Clin Biochem Rev*. nov 2009;30(4):197- 200.
3. Association AD. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 1 janv 2014;37(Supplement 1):S81- 90.
4. Piffaretti C, Mandereau-Bruno L, Guilmin-Crepon S, Choleau C, Coutant R, Fosse-Edorh S. Incidence du diabète de type 1 chez l'enfant en France en 2013-2015, à partir du système national des données de santé (SNDS). Variations régionales. *Bull Epidemiol Hebd*. 2017;(27-28):571-8. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2017/27-28/2017_27-28_1.html.
5. Green A, Patterson CC, EURODIAB TIGER Study Group. Europe and Diabetes. Trends in the incidence of childhood-onset diabetes in Europe 1989-1998. *Diabetologia*. oct 2001;44 Suppl 3:B3-8.
6. Tezier A. Diabète à l'âge pédiatrique à La Réunion: description des caractéristiques cliniques, biologiques et immunologiques des enfants et adolescents au moment du diagnostic. :78.
7. Miller KM, Beck RW, Bergenstal RM, Goland RS, Haller MJ, McGill JB, et al. Evidence of a strong association between frequency of self-monitoring of blood glucose and hemoglobin A1c levels in T1D exchange clinic registry participants. *Diabetes Care*. juill 2013;36(7):2009- 14.
8. Guerci B, Benhamou P-Y, Durain D, Bahloul A, Jeanbat V, Detournay B. Pratique de l'auto-surveillance glycémique en France : données d'une enquête nationale. *Sante Publique*. 9 mai 2017;Vol. 29(2):229- 40.
9. Diabetes Control and Complications Trial Research Group, Nathan DM, Genuth S, Lachin J, Cleary P, Crofford O, et al. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 30 1993;329(14):977- 86.
10. Battelino T, Phillip M, Bratina N, Nimri R, Oskarsson P, Bolinder J. Effect of continuous glucose monitoring on hypoglycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care*. avr 2011;34(4):795- 800.
11. Beck RW, Riddlesworth T, Ruedy K, Ahmann A, Bergenstal R, Haller S, et al. Effect of Continuous Glucose Monitoring on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes Using Insulin Injections: The DIAMOND Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 24 2017;317(4):371- 8.
12. Lind M, Polonsky W, Hirsch IB, Heise T, Bolinder J, Dahlqvist S, et al. Continuous Glucose Monitoring vs Conventional Therapy for Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes Treated With Multiple Daily Insulin Injections: The GOLD Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 24 2017;317(4):379- 87.

13. Bolinder J, Antuna R, Geelhoed-Duijvestijn P, Kröger J, Weitgasser R. Novel glucose-sensing technology and hypoglycaemia in type 1 diabetes: a multicentre, non-masked, randomised controlled trial. *The Lancet*. 5 nov 2016;388(10057):2254- 63.
14. Haak T, Hanaire H, Ajjan R, Hermanns N, Riveline J-P, Rayman G. Flash Glucose-Sensing Technology as a Replacement for Blood Glucose Monitoring for the Management of Insulin-Treated Type 2 Diabetes: a Multicenter, Open-Label Randomized Controlled Trial. *Diabetes Ther*. févr 2017;8(1):55- 73.
15. CEPP-5113_FREESTYLE LIBRE_12_juillet_2016_(5113)_avis.pdf Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5113_FREESTYLE%20LIBRE_12_juillet_2016_\(5113\)_avis.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5113_FREESTYLE%20LIBRE_12_juillet_2016_(5113)_avis.pdf)
16. CEPP-4889_DEXCOM_17_novembre_2015_(4889)_avis.pdf Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-4889_DEXCOM_17_novembre_2015_\(4889\)_avis.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-4889_DEXCOM_17_novembre_2015_(4889)_avis.pdf)
17. CEPP-5064_MINIMED 640G_03_mai_2016_(5064)_avis.pdf Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5064_MINIMED%20640G_03_mai_2016_\(5064\)_avis.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5064_MINIMED%20640G_03_mai_2016_(5064)_avis.pdf)
18. Herman A, Aerts O, Baeck M, Bruze M, De Block C, Goossens A, et al. Allergic contact dermatitis caused by isobornyl acrylate in Freestyle® Libre, a newly introduced glucose sensor. *Contact Derm*. déc 2017;77(6):367- 73.
19. Morris RA, Lowe A, Hughes J, D'Souza N. Help and hindrance: continuous glucose monitors and contact allergy. *Arch Dis Child*. 2018;103(10):1000.
20. Herman A, Darrigade A-S, de Montjoye L, Baeck M. Contact dermatitis caused by glucose sensors in diabetic children. *Contact Derm*. févr 2020;82(2):105- 11.
21. Lévy-Marchal C, Fagot-Campagna A, Daniel M. Surveillance épidémiologique du diabète de l'enfant. :66.
22. Caroline Guillot, sociologue et responsable du Diabète LAB à la Fédération française des diabétiques [Internet]. FHP-MCO. 2019. Disponible sur: <https://www.fhpmco.fr/2019/10/28/caroline-guillot-sociologue-et-responsable-du-diabete-lab-a-la-federation-francaise-des-diabetiques/>
23. Deiss D, Hartmann R, Schmidt J, Kordonouri O. Results of a randomised controlled cross-over trial on the effect of continuous subcutaneous glucose monitoring (CGMS) on glycaemic control in children and adolescents with type 1 diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. févr 2006;114(2):63- 7.
24. Yates K, Hasnat Milton A, Dear K, Ambler G. Continuous glucose monitoring-guided insulin adjustment in children and adolescents on near-physiological insulin regimens: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. juill 2006;29(7):1512- 7.
25. Chase HP, Kim LM, Owen SL, MacKenzie TA, Klingensmith GJ, Murtfeldt R, et al. Continuous subcutaneous glucose monitoring in children with type 1 diabetes. *Pediatrics*. févr 2001;107(2):222- 6.

26. Schiaffini R, Ciampalini P, Fierabracci A, Spera S, Borrelli P, Bottazzo GF, et al. The Continuous Glucose Monitoring System (CGMS) in type 1 diabetic children is the way to reduce hypoglycemic risk. *Diabetes Metab Res Rev.* août 2002;18(4):324- 9.
27. Olinder AL, Kernell A, Smide B. Missed bolus doses: devastating for metabolic control in CSII-treated adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes.* 1 mars 2009;10(2):142- 8.
28. Chico A, Vidal-Ríos P, Subirà M, Novials A. The continuous glucose monitoring system is useful for detecting unrecognized hypoglycemia in patients with type 1 and type 2 diabetes but is not better than frequent capillary glucose measurements for improving metabolic control. *Diabetes Care.* avr 2003;26(4):1153- 7.
29. Telo GH, Volkening LK, Butler DA, Laffel LM. Salient Characteristics of Youth with Type 1 Diabetes Initiating Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Technol Ther.* 1 juin 2015;17(6):373- 8.
30. Danne T, Nimri R, Battelino T, Bergenstal RM, Close KL, DeVries JH, et al. International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care.* 1 déc 2017;40(12):1631- 40.
31. Dunn TC, Xu Y, Hayter G, Ajjan RA. Real-world flash glucose monitoring patterns and associations between self-monitoring frequency and glycaemic measures: A European analysis of over 60 million glucose tests. *Diabetes Res Clin Pract.* mars 2018;137:37- 46.
32. Éducation thérapeutique du patient Définition, finalités et organisation: Juin 2007. *Obes.* mars 2009;4(1):39- 43.
33. Therapeutic patient education: continuing education programmes for health care providers in the field of prevention of chronic diseases: report of a WHO working group. :90.
34. Bailey SC, Oramasionwu CU, Wolf MS. Rethinking adherence: a health literacy-informed model of medication self-management. *J Health Commun.* 2013;18 Suppl 1:20- 30.
35. Kerr D. Poor Numeracy: The Elephant in the Diabetes Technology Room. *J Diabetes Sci Technol.* 1 nov 2010;4(6):1284- 7.
36. Wong JC, Foster NC, Maahs DM, Raghinaru D, Bergenstal RM, Ahmann AJ, et al. Real-Time Continuous Glucose Monitoring Among Participants in the T1D Exchange Clinic Registry. *Diabetes Care.* oct 2014;37(10):2702- 9.
37. Point sur les données de matériovigilance du dispositif de mesure du glucose FreeStyle Libre - Point d'Information - ANSM: Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/S-informer/Points-d-information-Points-d-information/Point-sur-les-donnees-de-materiovigilance-du-dispositif-de-mesure-du-glucose-FreeStyle-Libre-Point-d-Information>

38. Pyl J, Dendooven E, Van Eekelen I, den Brinker M, Dotremont H, France A, et al. Prevalence and Prevention of Contact Dermatitis Caused by FreeStyle Libre: A Monocentric Experience. *Diabetes Care*. avr 2020;43(4):918- 20.
39. Debaty I, Baudrant M, Benhamou P-Y, Halimi S. Évaluation de la qualité de vie en éducation thérapeutique du patient diabétique : intérêts et limites des échelles de mesure standardisées. *Médecine des Maladies Métaboliques*. mai 2008;2(3):291- 3.
40. Netgen. L'éducation thérapeutique du patient diabétique revisitée [Internet]. *Revue Médicale Suisse*. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2014/RMS-N-433/L-education-therapeutique-du-patient-diabetique-revisitee>
41. Optimisation de la prise en charge des diabétiques : le programme DAWN 2TM (Diabetes attitudes, wishes and needs). /data/revues/19572557/v8i2/S1957255714707497/. 3 juill 2014 Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/907281>
42. Colas C. Les hypoglycémies, un sujet de préoccupation majeur pour les personnes atteintes de diabète et leur entourage : résultats français de DAWN2TM. *Médecine des Maladies Métaboliques*. 1 déc 2013;7:S30- 3.
43. Halimi S, Reach G. Comment a été conduite l'étude DAWN2TM ? Données françaises. Comparaisons avec les autres pays. *Médecine des Maladies Métaboliques*. 1 déc 2013;7:S5- 16.
44. Tourette-Turgis C. Les résultats de l'étude DAWN2TM : intégrer les dimensions psychosociales dans les programmes d'éducation thérapeutique. *Médecine des Maladies Métaboliques*. 1 déc 2013;7:S25- 9.
45. Consoli S-M. Qualité de vie, impact émotionnel et fardeau ressenti par les personnes vivant avec un diabète et leurs proches, dans l'étude DAWN2TM. *Médecine des Maladies Métaboliques*. 1 déc 2013;7:S17- 24.
46. Harvey RA, Wang Y, Grosman B, Percival MW, Bevier W, Finan DA, et al. The Quest for the Artificial Pancreas: Combining Technology with Treatment. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2010;29(2). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3823381/>
47. Choudhary P, Shin J, Wang Y, Evans ML, Hammond PJ, Kerr D, et al. Insulin pump therapy with automated insulin suspension in response to hypoglycemia: reduction in nocturnal hypoglycemia in those at greatest risk. *Diabetes Care*. sept 2011;34(9):2023- 5.

8. Annexes

Annexe 1 : programme ETP à la mise en place du FreeStyle Libre du service de diabétologie pédiatrique du CHU Sud Réunion

Programme de la 1° HDJ FSL pour les soignants

→ 4 Ateliers spécifiques FSL (1-1/ 1-2/ 1-3/ 1-4) + 1 atelier alimentation pour des objectifs précis

09h00 : Accueil par IDE/AP, Poids, HbA1c si dernier dosage > 3 mois

9H30-10H00 : Présentation de la journée

Tour de table : attentes des patients par rapport au système

Présentation du système : (*matériel de démonstration*) +/- Pose de patch
Emla

Précision des modalités de prise en charge sécurité sociale

10h00 – 10h30 : **Atelier N°1-1** : Comprendre le système : « **La glycémie interstitielle en question** » (*outil à créer*)

10h30– 11h30 : **Atelier N°1- 2** : Savoir réagir en fonction des résultats obtenus

« **Adaptation en temps réel du traitement : les flèches de tendance, une information supplémentaire.** » Outil : Mises en situation avec *jeu de cartes*

Remise du protocole interprétation des résultats et CAT hypo/hyper avec FSL

11h30 – 12h00 : **Atelier N° 1- 3** : « **Je pose mon capteur FSL** ».

Démarrer nouveau capteur : le lecteur émet un bip lorsque le capteur a été activé avec succès. Le capteur sera utilisable au bout de 60 minutes. (*Fiche conseils à remettre*)

12H00 : **Glycémie capillaire, insulinothérapie avec IDE**

12H30 : **Repas thérapeutique** avec diététicienne ou AP : repérage des différents glucides du repas et leur rôle sur la glycémie. Repérage des fibres du repas et rôle des fibres.

13H00 : **Flash monitoring et visualisation de la flèche de tendance dès que capteur fonctionnel. Ajout de remarques** : Action : repas et dose d'insuline : possibilité d'ajouter des remarques ou modifier dans les 15 minutes suivant le flash monitoring.

13h30-14H00 : Le café des parents

14H-15H00 : **Atelier N° 1- 4** :_Connaitre les principales données du téléchargement

« **J'apprends à télécharger mon système, reconnaître les principaux éléments fournis par le téléchargement et connaître les nouveaux objectifs d'un diabète équilibré**» (*diaporama*)

15H-15H30 : Questions diverses

Flash monitoring avec IDE, interprétation résultats et flèche de tendance

Retour à domicile avec carton du prochain RDV et objectifs de la prochaine séance. Cable + chargeur

Programme de la 2° séance FSL pour les soignants :

→ 3 Ateliers spécifiques FSL (2-1 /2-2/ 2-3) + 1 temps de définition d'objectifs pour la 3° séance

14H00 : Accueil individuel par IDE/AP, Flash monitoring avec IDE, interprétation résultats et flèche de tendance.

Atelier individuel N°2-1 : « Je télécharge mon lecteur » : téléchargement individuel des données par le patient lui-même : utilisation de plusieurs ordinateurs en même temps et impression des résultats.

14H30-15H00 : Tour de table : impression des patients par rapport au système
Questions/ partages d'expérience

15H00 – 15h30 : Atelier N° 2-2 : « J'interprète mes résultats de la semaine »

- *1 feuille vierge par enfant à faire compléter avec ses propres données de téléchargement.*
- *Retrouver dans le lecteur les données d'historique des 7 derniers jours : usage du capteur/nombre d'évènements hypo/durée dans la cible/graphique journée type/glucose moyen.*
- *Comparaison de ses propres résultats avec les objectifs d'un diabète équilibré renseignés sur la feuille*

15h30– 16h00 : Atelier N°2-3 : « J'analyse jour par jour les résultats » et je choisis une ou deux conduites à tenir pour améliorer l'équilibre glycémique au cours de la semaine suivante.

16H-00 : Questions diverses

Remise semainier alimentaire pour semaine suivante avec éventuels repas tests fibres

Flash monitoring, interprétation des résultats et décisions d'insulinothérapie +/- Gouter

Retour à domicile avec carton du prochain RDV et objectifs de la prochaine séance : objectifs personnalisés et semainier alimentaire. Cable + chargeur

Programme de la 3° séance FSL pour les soignants :

➔ Reprises des Ateliers spécifiques FSL 1° et 2° journée + 1 nouvel atelier (3-1) + temps de définition d'objectifs pour la prochaine consultation.

14H00 : Accueil individuel par IDE/AP, Flash monitoring avec IDE, interprétation résultats et flèche de tendance. **Pose de patch Emla**

Atelier individuel N°2-1 : « Je télécharge mon lecteur » : téléchargement individuel des données par le patient lui-même si non fait à domicile : utilisation de plusieurs ordinateurs en même temps et impression des résultats.

14H30-14h45 : Tour de table : impression des patients par rapport au système

Questions/ partages d'expérience

14h45 – 15h00 : Atelier N° 2-2 : « J'interprète mes résultats de la semaine »

- *Rappel des objectifs d'un diabète équilibré à noter dans les cases prévues*
- *1 feuille vierge par enfant à faire compléter avec ses propres données de téléchargement.*
- *Retrouver dans le lecteur les données d'historique des 7 derniers jours : usage du capteur/nombre d'évènements hypo/durée dans la cible/graphique journée type/glucose moyen.*
- *Comparaison de ses propres résultats avec les objectifs d'un diabète équilibré*

15h00– 15h30: Atelier N°2-3 : « J'analyse jour par jour les résultats » avec les données du semainier alimentaire. J'analyse les effets du ou des choix thérapeutiques pris lors de la dernière séance et je choisis une autre conduite si besoin. Analyse de l'effet des fibres.

Je crée mon mémo perso

15h30- 16H00 : Atelier N° 3-1 : « Adaptation en temps réel du traitement glycémie interstitielle + flèches de tendance + historique des dernières heures, encore une information supplémentaire. » Outil : **diaporama de FSL avec analyses de situations pratiques.**

16H00- 16h30 : Atelier N° 1-3 : « Je pose mon capteur FSL ».

Démarrer nouveau capteur : le lecteur émet un bip lorsque le capteur a été activé avec succès. Le capteur sera utilisable au bout de 60 minutes.

16h30 : Questions diverses- questionnaire satisfaction « Les Ateliers du FSL » -

Flash monitoring, interprétation des résultats et décisions d'insulinothérapie +/- Gouter

Retour à domicile avec carton du prochain RDV objectifs personnalisés : « mon mémo perso »

Annexe 2 : questionnaire élaboré à destination des patients porteurs d'un capteur de glucose interstitiel

Consentement

Poids- Taille

Qui remplit le questionnaire ?

A la maison, qui réalise les glycémies et les insulines ?

Nécessité de passage d'un IDE pour réalisation des insulines /dextro à la maison?

As-tu accès à Internet à la maison ?

Quel type d'accès ?

Portes tu un capteur de glucose interstitiel ?

Lequel ?

Pourquoi en portes tu ?

Le capteur a t'il été mis durant la première hospitalisation pour découverte du diabète ?

As- tu déjà essayé un autre capteur de glucose interstitiel ?

Lequel ?

Qui a décidé de mettre le capteur ?

Quel est ton traitement actuellement ?

Pour les patients sous pompe et portant un capteur Free Style Libre: pourquoi as tu choisi le FSL (par rapport au capteur lié à la pompe)?

As-tu bénéficié de séances d'éducation thérapeutique à la mise en place ?

Où ? HC/HDJ / Consultations et autres

A quels endroits poses-tu le capteur ?

Est-ce que ton capteur tombe avant la fin de son utilisation ?

Combien de temps est ce que ton capteur tient en moyenne ?

Trouves-tu qu'en été le capteur tient bien sur ta peau ?

Utilises-tu un pansement pour que ton capteur tienne mieux ?

As-tu déjà fait des réactions cutanées allergiques au capteur ?

Quel type de réaction ?

As-tu été obligé d'arrêter de porter le capteur à cause d'une réaction allergique ?

As-tu des cicatrices sur la peau qui restent visibles sur des zones où tu as posé le capteur ?

Utilises-tu une crème ou une pommade pour que ta peau supporte mieux le capteur ?

As-tu eu besoin d'aller voir un dermatologue ?

Comment tolères-tu le pansement ?

Portes tu ton capteur en continu (c'est à dire tout le temps) ?

Si non, pourquoi ?

- difficulté de tenue
- difficulté d'approvisionnement
- autre et désir de faire une pause

As-tu déjà voulu arrêter d'utiliser le capteur ou as-tu arrêté ?

Pourquoi veux tu ou as-tu voulu arrêter de l'utiliser ?

Au bout de combien de temps changes-tu ton capteur ?

Fais-tu des glycémies capillaires lorsque tu portes le capteur ?

Si oui, combien par jour – par semaine – par mois ?

Quand fais-tu tes glycémies capillaires ?

Pourquoi fais-tu des glycémies capillaires ?

Sais-tu dans quelles situations faudrait-il faire des glycémies capillaires quand on porte un capteur ?

Recherches tu la cétone systématiquement si la glycémie est > 250 mg/dL ?

- Parfois
- Rarement
- Non fait

Quand fais-tu des dépistages d'acétonémie ?

En profites-tu pour vérifier la glycémie capillaire ?

Avant d'avoir le capteur, recherchais-tu l'acétone systématiquement ?

- Oui systématiquement
- Rarement
- Pas de recherche

Combien de fois te scans tu par jour ?

Quand te scans-tu ?

Utilises-tu ton capteur pour PREVENIR une hypoglycémie, avant qu'elle arrive ? Comment fais-tu ?

Utilises-tu ton capteur pour PREVENIR une hyperglycémie, avant qu'elle arrive ? Comment fais-tu ?

Fais-tu confiance aux mesures du capteur ? Si non, pourquoi ?

Penses-tu que ton diabète soit plus équilibré depuis que tu portes un capteur ? Pourquoi ?

Connais-tu le résultat de ta dernière hémoglobine glyquée ?

Sais-tu ce qu'il y a dans l'historique du lecteur ?

Regardes-tu l'historique ? Que regardes-tu dans l'historique ?

Qu'en fais-tu ?

Est-ce que ça t'aide à adapter l'insuline lente ou l'insuline basale ?

Est-ce que ça t'aide à adapter l'insuline rapide ou les bolus ?

Sais-tu lire un téléchargement de Free Style Libre ?

A ton avis, que représente le pourcentage dans la cible ?

A ton avis avec le capteur, quelles sont les limites haute et basse de glycémie pour établir la cible ? (70-180 mg/dL)

A ton avis avec le capteur, quel pourcentage de temps passé dans la cible est recommandé pour un diabète parfaitement équilibré ? (60 %)

Connais-tu pour toi le temps passé dans la cible au cours des 7 derniers jours ?

Et au cours des 14 derniers jours ?

Rentres-tu tes doses d'insuline dans le lecteur ?

Adaptes-tu tes doses d'insuline en fonction des flèches de tendance au moment des repas ?
Comment ?

Utilises-tu un carnet ?

Télécharges-tu les données du capteur sur ton ordinateur ?

Pourquoi ?

A ton avis quels sont les avantages du capteur ?

A combien évalues-tu les avantages du capteur ?

A ton avis quels sont les inconvénients du capteur ?

Reçois-tu des remarques concernant le capteur que tu portes sur toi ? Est-ce que cela t'embête ?

As-tu autre chose à ajouter ?

Es-tu motivé à apprendre à télécharger les données ?

Sur une échelle de 1 à 10, quel est ton niveau de satisfaction par rapport à l'utilisation du capteur ?

As-tu fait des hypoglycémies sévères (nécessité de l'aide d'une autre personne pour te resucrer ou utilisation de glucagen) depuis 1 an et combien ?

As-tu été hospitalisé pour acido cétose depuis 1 an et combien de fois ?

As-tu été hospitalisé pour autre chose depuis 1 an et pour quelle raison ?

Annexe 3 : questionnaire élaboré à destination des patients non porteurs d'un capteur de glucose interstitiel

Consentement recueilli

Poids- Taille

Qui a rempli le questionnaire ?

A la maison, qui réalise les glycémies et les insulines ?

As-tu accès à Internet à la maison ?

Quel est ton traitement actuellement ?

Connais-tu le résultat de ta dernière hémoglobine glyquée ?

Utilises-tu un carnet ?

Portes tu un capteur de glucose interstitiel ?

As-tu déjà essayé un capteur de glucose interstitiel ? Si oui lequel ? Si oui pourquoi as-tu arrêté ?

As-tu déjà fait des réactions cutanées d'allure allergique au capteur ?

Quel type de réaction ? cf photo

As-tu été obligé d'arrêter de porter le capteur à cause d'une réaction allergique ?

As-tu eu besoin d'aller voir un dermatologue ?

Fais-tu des glycémies capillaires ? Si oui, combien par jour – par semaine – par mois ?

Quand fais-tu tes glycémies capillaires ?

Fais-tu des dépistages d'acétonémie ? Quand fais-tu des dépistages d'acétonémie ?

A ton avis quels sont les avantages d'un capteur ? Quels sont les inconvénients de ce système ?

A ton avis, comment pourrait-on améliorer le système ?

Sur une échelle de 1 à 10, quel est ton niveau d'envie d'avoir un capteur de glucose interstitiel ?

As-tu autre chose à ajouter ?

Quand as-tu eu un capteur ?

Depuis 1 an, as tu fais des hypoglycémies sévères (nécessité de l'aide d'une autre personne pour te resucrer ou utilisation de glucagen) et combien ?

As-tu été hospitalisé pour acido cétose depuis 1 an et combien de fois ?

As-tu été hospitalisé pour autre chose depuis 1 an et pour quelle raison ?

Annexe 4 : Echelle de qualité de vie adaptée à l'adolescent : ADDQoL-Teen

No:	Abbreviation	Overview item
A	<i>present QoL</i>	In general, I feel my quality of life is.....
B	<i>diabetes-dependent QoL</i>	Does diabetes usually make your quality of life worse or better? Full item as in the 'a'/frequency stem
1	<i>others fuss</i>	Do you ever feel people fuss or worry about you because of your diabetes?
2	<i>sweets</i>	Do you ever feel you want to eat sweets but don't because of your diabetes?
3	<i>drink</i>	Do you ever want to drink something but you don't drink it because of your diabetes?
4	<i>eat</i>	Do you ever want to eat something but you don't eat it because of your diabetes?
5	<i>insulin</i>	Do you take insulin?
6	<i>bleed</i>	Do you ever bleed or have any bruises or lumpy bits where you take your insulin?
7	<i>*extra things</i>	Do you ever have extra things, like snacks, money, treats or days out because of your diabetes?
8	<i>interrupt do</i>	Do you ever find diabetes interrupts what you are doing, like watching TV, working at home or school, playing computer games or any other activities?
9	<i>finger tests</i>	Do you have finger prick blood tests?
10	<i>control</i>	Do you ever feel you want to take more control of diabetes on your own, with less help from other people?
11	<i>moody</i>	Do changes in your blood sugars ever make you feel moody?
12	<i>unwell</i>	Do you ever feel unwell because of your diabetes, like having a headache or pain, or feeling tired, sick or dizzy?
13	<i>*out of fix</i>	Do you ever find that having diabetes gets you out of a fix, or gets you out of doing something you don't want to do?
14	<i>sleep away</i>	Do you ever get asked to sleep away from home or at a friend's house, but you don't because of your diabetes?
15	<i>wake nights</i>	Do you ever wake up in the night feeling hypo with low blood sugar?
16	<i>lie in bed</i>	Do you ever want to have a lie in bed, but you don't because of your diabetes?
17	<i>miss events</i>	Do you ever miss a party, a school trip, going out or any other event because of your diabetes?
18	<i>low BG</i>	Do you ever feel your blood sugar is too low?
19	<i>high BG</i>	Do you ever feel your blood sugar is too high?
20	<i>worry future</i>	Do you ever worry about the future, like getting married, having children or your future health because of your diabetes?
21	<i>career</i>	Do you ever feel that having diabetes will make a difference to your future job or career?
22	<i>different</i>	Do you ever feel 'different' because of your diabetes?
23	<i>not allowed</i>	Are you ever told that things are 'not allowed' because of your diabetes?
24	<i>family life</i>	Do you ever feel that diabetes makes a difference to life with your family or the people you live with?
25	<i>responsibility</i>	Do you ever find you are expected to take more responsibility than you would like because of your diabetes?
26	<i>play sport</i>	Do you ever find that having diabetes makes any difference to playing sport?
27	<i>go toilet</i>	Do you ever find that you need to go to the toilet too often because of your diabetes?
28	<i>social life</i>	Do you ever find you need to fit diabetes into your social life, like carrying equipment, planning when to eat, or where to take insulin when away from home?
29	<i>clinic visits</i>	Do you go to a diabetes clinic?
30	<i>*holidays</i>	Have you ever been to B.D.A holidays or weekends away, or made new friends because of your diabetes?

*positive item.

B.D.A: British Diabetic Association (now known as Diabetes UK).

Evaluation of the use of interstitial glucose sensor on glycemic control of the diabetic pediatric cohort followed in the endocrinopediatric unit of the hospital of South Reunion Island

Abstract :

Background : The challenge in the management of paediatric diabetes is to maintain an acceptable quality of life and to prevent any complications. This factor is in correlation with the number of blood glucose monitors. New technologies can be now propose to measure continuous glucose by wearing an interstitial glucose sensor (IGS) and they are more and more used in paediatrics. The use of these devices need to be evaluate.

Methods : Our observational monocentric study has included 81 insulin-requiring diabetic children followed at the hospital of South Reunion, either current or former IGS carriers. The HbA1c 6 months before and 6 months after putting of the IGS and their annual averages has been compared. An assessment of the use, tolerance and level of therapeutic education (TE) has been carried out by a questionnaire.

Results: IGS did not improve glycemic control: the HbA1c decreased from 8.47% to 8.42% in the space of 6 months after the putting, and the annual average went down from 9.11% to 8.33% (p value 0.85). Few patients have reached TE level 3, so the use of the sensor is not optimal. One of the major points that emerge from our study is the improvement in quality of life thanks to the wearing of these sensors.

44% of the children have showed a skin reaction to IGS, which appears as an obstacle to the use of the sensor.

Conclusion : These IGS bring an improvement in the quality of life of patients even if they do not improve glycemic control. We notice a skin intolerance, which constitutes a barrier to the use of the sensors. Improving management also requires better levels of therapeutic education.

Discipline : pediatry

Keywords: diabetes, interstitial glucose sensor, glycemic control, quality of life, children

Evaluation de l'utilisation de la mesure du glucose interstitiel sur l'équilibre glycémique de la cohorte pédiatrique de patients diabétiques suivie dans l'unité d'endocrinopédiatrie du CHU Sud Réunion

Résumé :

Introduction : L'enjeu de prise en charge du diabète pédiatrique est le maintien d'une qualité de vie acceptable et la prévention de complications. Ces dernières sont corrélées au taux de surveillance glycémique. De nouvelles technologies permettant la mesure en continu du glucose par port de capteur de glucose interstitiel (CGI) sont aujourd'hui de plus en plus utilisées en pédiatrie. Ces dispositifs nécessitent l'évaluation de leur utilisation.

Méthodes : Notre étude monocentrique observationnelle incluait 81 enfants diabétiques insulino-requérants suivis au CHU Sud Réunion, porteurs ou anciens porteurs d'un CGI. Les HbA1c 6 mois avant et 6 mois après la pose et leurs moyennes annuelles ont été comparées. Une évaluation de l'utilisation, de la tolérance et du niveau d'éducation thérapeutique (ETP) a été réalisée par questionnaire.

Résultats : La pose d'un CGI n'améliorait pas l'équilibre glycémique : l'HbA1c passait de 8.47% à 8.42% 6 mois après la pose et la moyenne annuelle passait de 9.11% à 8.33% (*p value 0.85*). Peu de patients atteignent le niveau 3 d'ETP, l'utilisation du capteur n'est donc pas optimale. Un des points majeurs qui ressort de notre étude est l'amélioration de la qualité de vie grâce au port de ces capteurs.

44% des enfants ont présenté une réaction cutanée au CGI, constituant un frein à l'utilisation du capteur.

Discussion : Ces CGI apportent une amélioration de la qualité de vie des patients même s'ils n'améliorent pas l'équilibre glycémique. Les problèmes de tolérance cutanée sont à prendre en charge car constituent un frein à l'utilisation des capteurs. Une optimisation de la prise en charge passe par une amélioration des niveaux d'ETP.

Discipline : pédiatrie

Mots-clés : diabète, capteur de glucose interstitiel, équilibre glycémique, qualité de vie, enfants