



HAL
open science

Le confort du capteur de glucose dans la prise en charge du diabétique

Antoine Maurice Jardin

► **To cite this version:**

Antoine Maurice Jardin. Le confort du capteur de glucose dans la prise en charge du diabétique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03333576

HAL Id: dumas-03333576

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03333576v1>

Submitted on 3 Sep 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.

U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Année 2021

Thèse n° 95

THESE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement

Par JARDIN Antoine Maurice

Né le 30 décembre 1995, à Caen

Le 30 août 2021

**LE CONFORT DU CAPTEUR DE GLUCOSE DANS LA PRISE EN CHARGE
DU DIABETIQUE**

Sous la direction de Mr Arnaud COURTOIS

Membres du jury :

Mme Pascale DUFOURCQ

Professeur des Universités

Présidente du jury

Mr Arnaud COURTOIS

Maître de Conférences

Juge

Mme Sophie LACHEZE

Docteur en Pharmacie

Juge

Remerciements :

Je souhaite remercier en premier lieu mon directeur de thèse, Monsieur Arnaud COURTOIS, de m'avoir encadré tout au long de cette rédaction. Merci pour votre gentillesse et pour le temps que vous m'avez accordé.

Je tiens à remercier Madame Pascale DUFOURCQ pour avoir accepté de présider la soutenance de ma thèse. Merci pour tout ce que vous faites au sein de l'université.

Merci à Madame Sophie LACHEZE d'avoir accepté de faire partie de mon jury, merci de m'avoir permis de faire mon stage officinal de pratique professionnelle dans votre pharmacie. Merci de la confiance que vous m'apportez depuis.

Je remercie toutes les personnes constituant l'UFR des Sciences pharmaceutiques de Bordeaux pour leurs enseignements, leur patience et pour toutes les connaissances que j'ai acquises durant mon cursus.

Je remercie les équipes des pharmacies d'officines qui m'ont accompagné depuis le début de mes études, qui m'ont aiguillé dans mes choix de carrière à des moments où je ne savais plus ce que je voulais faire. Merci à la pharmacie des GASCONS, à la pharmacie des ECHOPPES, à la pharmacie de CESTAS, à la pharmacie MARES de Bègles et à la pharmacie CHEMIN LONG qui m'ont permis en m'épaulant et en me formant d'être le pharmacien que je suis aujourd'hui.

Je remercie mon père et mes grands-parents, Papou et Mamou, d'avoir toujours été là pour me soutenir et m'encourager. Je remercie ma tante Carine d'avoir été là quand j'en avais besoin. Merci à toute ma famille d'être les personnes que vous êtes.

Je remercie Romain et toute ta famille pour le soutien et la motivation que vous m'avez apporté.

Merci à vous, mes copains, mes amis : Tibo, Toto, Quentin, Hugo et Quess. Ce Zbeul qu'on fait depuis le premier jour d'amphi, qu'on continue de faire et qu'on fera toujours. A mes copains de promotion, du XV Pharma, du futsal, aux gars d'EC, à mes amis d'SMG et d'officine, merci.

Je remercie toute l'équipe de la pharmacie CHEMIN LONG de m'avoir soutenu et encouragé à faire cette thèse. Merci pour tout ce que vous m'apportez, que ce soit sur le plan professionnel ou humain.

Je remercie tous ceux que je n'ai pas cités

Table des matières

Remerciements :	2
Table des matières	4
Liste des abréviations	8
Table des figures et tableaux	9
Introduction	11
I. Le diabète	12
A. Généralités	12
1. Définition (1)	12
2. L'insuline (2)	12
a) Synthèse de l'insuline (5)	13
b) Rôles et propriétés de l'insuline	13
B. Épidémiologie (7)	15
C. Physiopathologie (8) (9)	15
1. Le diabète de type 1A	15
a) Le processus de réaction auto immune	15
b) Prédisposition génétique	15
c) Rôle environnemental	16
2. Le diabète de type 1B ou idiopathique	16
3. Le diabète de type 2	16
a) Prédisposition génétique	17
b) Rôle environnemental	17
4. Le diabète gestationnel	17
D. Les conséquences cliniques de la carence en insuline (8) (9)	18

1.	Les complications à court terme	18
a)	Le coma acidocétosique.....	18
b)	Le coma hyperosmolaire.....	19
2.	Les complications à long terme	19
a)	La micro-angiopathie	20
b)	Macro-angiopathies	21
E.	Diagnostic (9) (8)	21
F.	La prise en charge des diabétiques (8) (9)	22
1.	Les mesures hygiéno-diététiques.....	22
a)	La diététique (14) (15).....	22
b)	Activité physique et sportive (16).....	24
2.	Les traitements pharmacologiques	24
a)	Le diabète de type 1 (5)	24
b)	Le diabète de type 2.....	32
3.	Suivi biologique et ses objectifs.....	40
a)	L'hémoglobine glyquée (29)	40
b)	Autosurveillance glycémique	41
c)	Bilan lipidique.....	41
d)	La microalbuminurie	41
4.	Suivi médical (9).....	41
a)	Endocrinologue	42
b)	Bilan cardiologique.....	42
c)	Suivi ophtalmologique (11)	42
d)	Suivi de neuropathie diabétique (13)	42
e)	Suivi néphrologique (12) (8).....	42
II.	L'éducation thérapeutique	44

A.	L'autosurveillance glycémique	44
1.	Définition	44
2.	Matériel	45
a)	Autopiqueurs	46
b)	Lecteurs et bandelettes	50
c)	Applications.....	52
3.	Les étapes de l'autosurveillance glycémique (45) (46) (47)	53
a)	La préparation :.....	53
b)	Le site de prélèvement :.....	54
c)	Le prélèvement	54
d)	Effets indésirables	54
e)	Interprétation des résultats (30).....	55
B.	Education du patient à l'officine	56
1.	Les conseils aux patients (48) (21) (49) (45)	56
2.	Les étapes de l'injection de l'insuline	61
a)	Avec un stylo	61
b)	Avec une seringue	61
III.	Le lecteur FreeStyle Libre® et son capteur	63
A.	Matériel	63
1.	Capteur (50)	63
2.	Lecteur (54).....	65
3.	Le logiciel du lecteur (55).....	66
a)	Les flèches de tendance glycémique	66
b)	L'ajout de remarques	67
c)	Le carnet d'autosurveillance	67
d)	La courbe de l'historique glycémique quotidien	68

e) Les autres options d'historique	68
B. Prise en charge (56).....	71
C. Résultats.....	72
1. Interprétation (55).....	72
2. Avantages et confort	73
Conclusion :	75
Bibliographie :	76

Liste des abréviations

ASG : AutoSurveillance Glycémique

ARS : Agence Régionale de Santé

CMH : Complexe Majeur d'Histocompatibilité

DCI : Dénomination Commune Internationale

FID : La Fédération International du Diabète

GAD : glutamate acide décarboxylase

HAS : Haute Autorité de Santé

Hb1A : Hémoglobine sous unité alpha

HbA1c : Hémoglobine A1 Glyquée

HDL : High Density Lipoproteins

HGPO : Hyperglycémie provoquée par voie orale

HI : High

HLA : Human Leukoctes Antigens

IA2 : Islet Antigène number2

ICA : Islet Cell Antibody

IG : index glycémique

IV : Intraveineuse

LDL : Low Density Lipoproteins

LO : Low

NPH : Neutral Protamine Hagedorn

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé

VEGF : Vascular endothelial growth factor

Table des figures et tableaux

Figure 1: Molécule d'insuline humaine (3).....	12
Figure 2 : Synthèse de l'insuline	13
Figure 3 : L'insulinémie physiologique	14
Figure 4 : Relation entre la glycémie et la sécrétion d'insuline. Les panneaux (a) et (b) montrent les changements dans la glycémie, l'insuline et le glucagon après un repas riche en glucose (6)	14
Figure 5 : Physiopathologie de la forme commune du diabète de type 2 (9)	16
Figure 6 : Insulinorésistance hépatique et périphérique (musculaire et adipocytaire) (9)	17
Figure 7 : Profil de l'insuline ultra rapide (19).....	25
Figure 8 : Profil de l'insuline intermédiaire (19).....	26
Figure 9 : Profil de l'insuline basale (19)	27
Figure 10 : Schéma des différentes insulines disponibles et de leur durée d'action (19)	28
Figure 11 : Schéma basal-bolus (9).....	30
Figure 12 : Schéma 3 injections (22)	30
Figure 13 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général	33
Figure 14 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général - Intolérance ou contre-indications à la metformine.	34
Figure 15 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général - Intolérance ou contre-indications au sulfamide hypoglycémiant. ..	35
Figure 16 : Objectifs glycémiques selon le profil du patient.....	40
Figure 17 : Formule de Cockcroft et Gault	43
Figure 18 : Recommandations de l'ASG dans le diabète de type 1 (30)	44
Figure 19 : Recommandations de l'ASG dans le diabète de type 2 (30)	45
Figure 20 : Recommandations de l'ASG dans le diabète gestationnel (30)	45
Figure 21 : Lancettes MICROLET®(31)	46
Figure 22 : Stylo MICROLET®NEXT (31)	46
Figure 23 : Barillet ACCU-CHEK® FastClix (33).....	47
Figure 24 : Stylo autopiqueur ACCU-CHEK® FastClix (33)	48
Figure 25 : Lancettes BD Microtainer® Contact (35).....	49

Figure 26 : Piqueur ACCU-CHEK® Safe-T-Pro (36)	49
Figure 27 : Lecteur ACCU-CHEK® Guide (38).....	50
Figure 28 : Casette ACCU-CHEK® mobile (39).....	51
Figure 29 : Lecteur ACCU-CHEK® Mobile (39)	52
Figure 30 : Les sites d'injection de l'insuline (49).....	56
Figure 31 : Schéma de rotation sur l'abdomen et les cuisses (21).....	57
Figure 32 : Les différentes tailles d'aiguilles pour une injection sous-cutanée (45).....	58
Figure 33 : Le capteur FreeStyle Libre®	63
Figure 34 : L'applicateur et son capteur.....	64
Figure 35 : Lecteurs FreeStyle Libre® 1 et FreeStyle Libre® 2	65
Figure 36 : Ecran d'accueil du lecteur	66
Figure 37 : Les flèches de tendances.....	66
Figure 38 : Affichage d'un résultat	67
Figure 39 : Carnet d'autosurveillance	67
Figure 40 : Graphique du taux de glucose actuel et enregistrés	68
Figure 41 : Taux de glucose moyen	69
Figure 42 : Tendances quotidiennes	69
Figure 43 : Durée dans la cible	70
Figure 44 : Evènements hypoglycémiques.....	70
Figure 45 : Usage du capteur	71
Figure 46 : Résultat affiché sur le lecteur.....	72
Figure 47 : Résultats HI et LO	73
Tableau 1 : Caractéristiques respectives des diabètes de type 1 et de type 2 (9).....	22
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différentes insulines	29
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (1/3)	37
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (2/3)	38
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (3/3)	39

Introduction

Dans le monde, en 2019, 463 millions de personnes étaient diabétiques. La Fédération Internationale du Diabète (FID) estime qu'en 2045 ce chiffre atteindra 700 millions. En France en 2019, plus de 3,5 millions de personnes étaient traitées pour un diabète, soit 5,2 % de la population. Le diabète est un problème de santé publique car on peut observer un grand nombre de personnes touchées mais aussi parce que le diabète est à l'origine de complications multiples, graves, ayant des coûts relativement élevés. C'est une pathologie qui touche toute la population mais la prise en charge diffère selon le vécu, le ressenti et l'âge de du patient.

Le pharmacien d'officine est un maillon indispensable dans la prise en charge des pathologies chroniques, notamment celle du diabète. Mes stages hospitaliers et ma pratique officinale m'ont permis naturellement de faire le choix de ce thème.

Cette thèse nous permettra d'aborder les nouvelles technologies et de voir en quoi elles apportent un changement dans la prise en charge de la maladie.

Nous verrons dans un premier temps ce qu'est le diabète : de la physiopathologie aux conséquences cliniques ainsi que la prise en charge des patients.

Nous aborderons dans un second temps le thème de l'éducation thérapeutique qui est selon moi l'un des rôles principaux du pharmacien d'officine.

Nous regarderons finalement ce qu'apporte le capteur FreeStyle Libre® dans la prise en charge du patient diabétique.

I. Le diabète

A. Généralités

1. Définition (1)

Selon l’OMS, « le diabète est une maladie chronique qui survient lorsque le pancréas ne produit pas assez d'insuline ou lorsque l'organisme n'est pas capable d'utiliser efficacement l'insuline qu'il produit. L'insuline étant une hormone hypoglycémiante, il en résulte une concentration accrue de glucose dans le sang (hyperglycémie).

Le diabète de type 1 (connu auparavant sous le nom de diabète insulino-dépendant ou diabète juvénile) se caractérise par une production d'insuline insuffisante.

Le diabète de type 2 (appelé jadis diabète non insulino-dépendant ou diabète adulte) résulte de l'utilisation inadéquate de l'insuline par l'organisme. Il est souvent la conséquence d'un excès pondéral et de l'inactivité physique.

Le diabète gestationnel est l'hyperglycémie qui est détectée pendant la grossesse. »

2. L'insuline (2)

L'insuline est une hormone protéique constituée de 51 acides aminés. Elle est composée d'une chaîne alpha (21 acides aminés) et d'une chaîne bêta (30 acides aminés) jointes par deux ponts disulfures. (Figure 1).

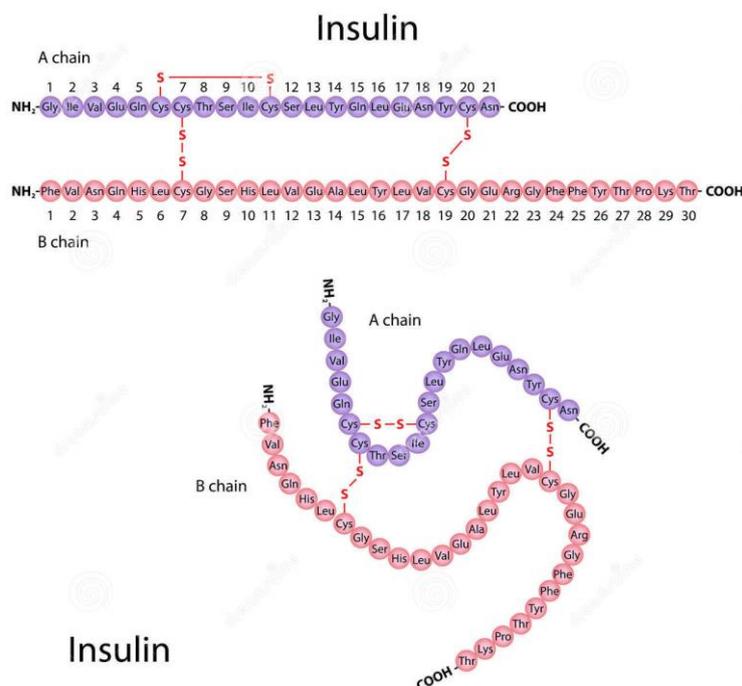


Figure 1: Molécule d'insuline humaine (3)

C'est une hormone naturellement sécrétée par le pancréas, plus précisément par les cellules bêta situées dans les îlots de Langerhans. (4)

a) Synthèse de l'insuline (5)

La séquence codante de l'insuline se situe sur le chromosome 11. Sa synthèse débute par la production d'une pré-pro-insuline, qui devient la pro-insuline au niveau du réticulum endoplasmique. Cette pro-insuline est composée du peptide C et de l'insuline, une fois transportée vers l'appareil de Golgi, des peptidases clivent la molécule en deux parties, l'insuline et le peptide C. (Figure 2)

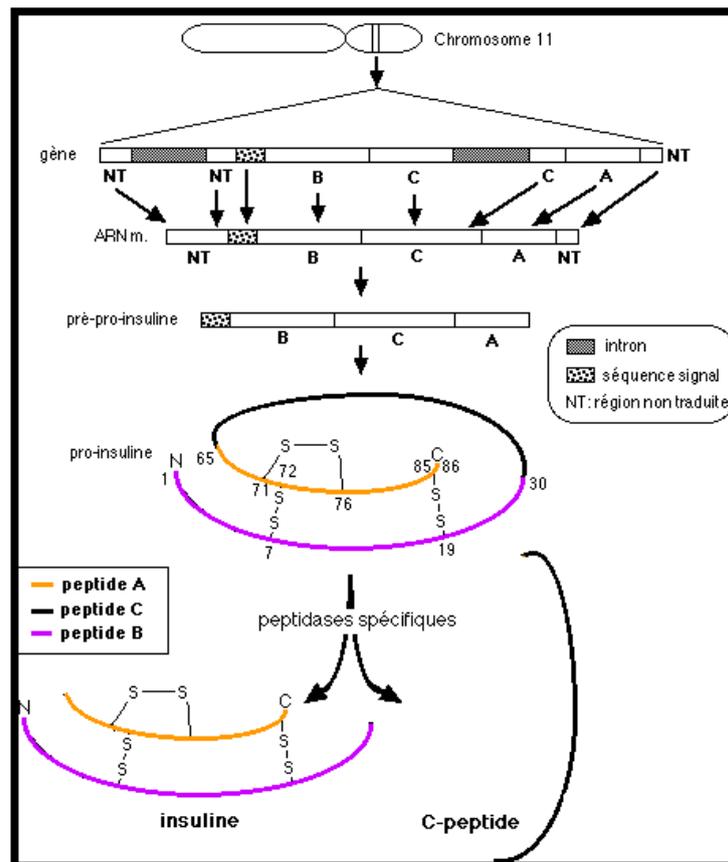


Figure 2 : Synthèse de l'insuline

b) Rôles et propriétés de l'insuline

C'est une hormone hypoglycémiant qui a pour rôle de faire baisser le glucose sanguin.

Le rôle majeur de l'insuline dans l'organisme est de faire rentrer le glucose sanguin dans les cellules afin qu'il soit utilisé comme énergie ou qu'il soit mis en réserve sous forme de glycogène dans le foie et au niveau du muscle. Quand les réserves de glycogène sont pleines, le glucose en excès est transformé en acide gras afin d'être stocké sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux. L'insuline inhibe la glycogénolyse et la néoglucogenèse.

En dehors des repas, la sécrétion basale d'insuline est de 15 à 18 mU/min. Après chaque prise alimentaire, un pic d'insuline est observé en réponse au glucose ingéré (Figure 3). Pour empêcher une augmentation importante de cette glycémie il faut la réguler.

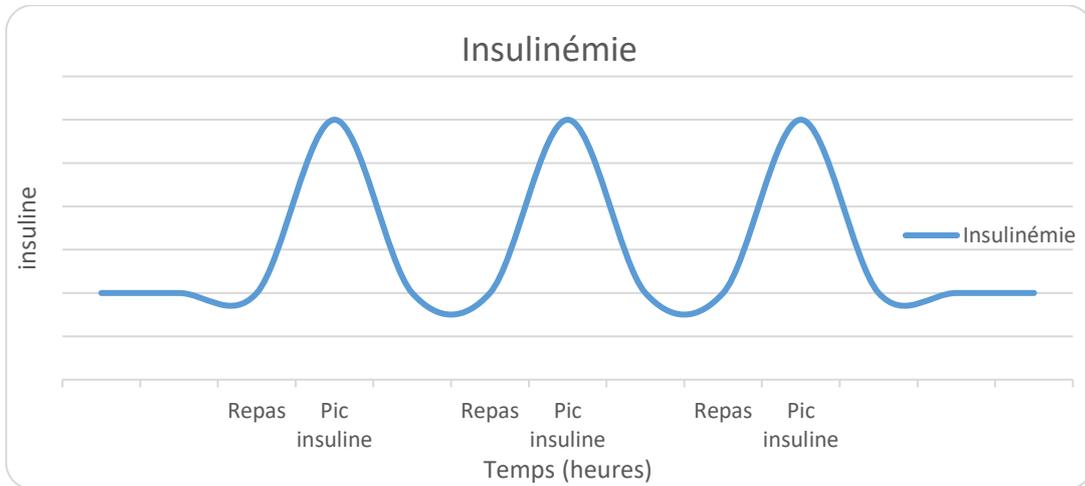


Figure 3 : L'insulinémie physiologique

Quand le glucose plasmatique augmente, suite à un repas, les cellules bêta libèrent de l'insuline, qui atteint ses pics plasmatiques 30 à 60 minutes après la prise alimentaire. (Comme montre la Figure 4).

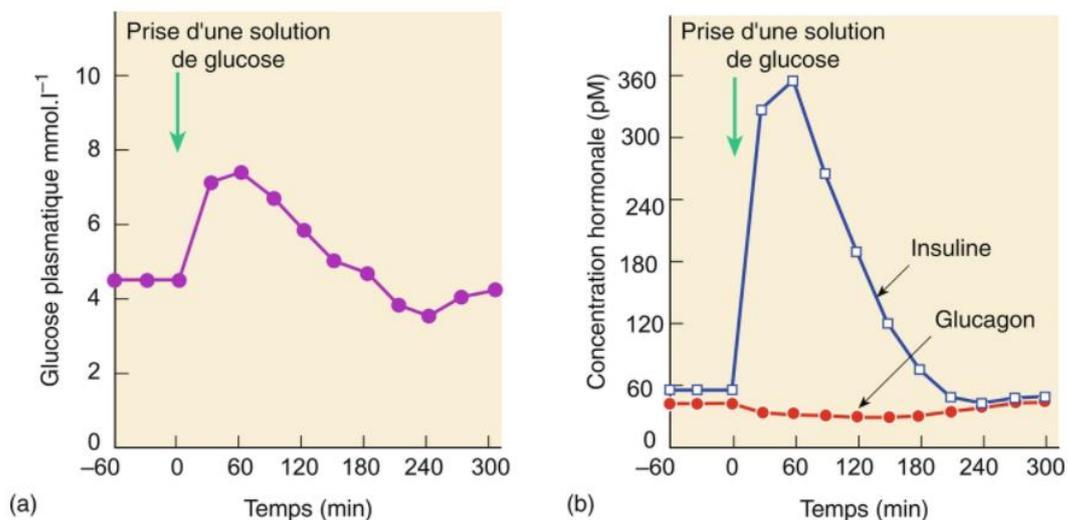


Figure 4 : Relation entre la glycémie et la sécrétion d'insuline. Les panneaux (a) et (b) montrent les changements dans la glycémie, l'insuline et le glucagon après un repas riche en glucose (6)

B. Épidémiologie (7)

Dans le monde, en 2019, 463 millions de personnes étaient diabétiques. La Fédération Internationale du Diabète (FID) estime qu'en 2045 ce chiffre atteindra 700 millions.

En France en 2019, plus de 3,5 millions de personnes étaient traitées pour un diabète, soit 5,2 % de la population. Dans 80-90 % des cas, il s'agissait d'un diabète de type 2.

Le diabète de type 1 représente 10 % des diabètes. Son incidence est plus élevée dans le nord de l'Europe que dans le sud.

C. Physiopathologie (8) (9)

1. Le diabète de type 1A

Le diabète de type 1 se caractérise par une absence d'insuline due à la destruction des cellules bêta du pancréas. Le diabète apparaît chez des individus génétiquement prédisposés et en présence de certains facteurs environnementaux.

a) Le processus de réaction auto immune

Il débute 5 à 10 ans avant le diabète. On observe une infiltration des lymphocytes T dans les cellules bêta qui aura pour conséquence une inflammation des îlots de Langerhans et une destruction de ces derniers : c'est l'insulite.

Le mécanisme le plus courant est dû à la présence d'auto anticorps qui ont plusieurs cibles :

- Les ICA (Islet Cell Antibody) : ce sont les anticorps anti îlots.
- Les anticorps anti-GAD (Glutamate Acide Décarboxylase).
- Les auto-anticorps anti-insuline, retrouvés surtout chez l'enfant.
- Les anticorps anti-IA2 (Islet Antigène number2) dirigés contre une tyrosine phosphatase membranaire.

L'hyperglycémie apparaît lorsqu'il ne reste plus que 10 à 20% des îlots de Langerhans.

b) Prédisposition génétique

Ce processus auto-immun se développe chez des individus ayant un certain terrain polygénique dont le principal gène mis en cause se situe sur le chromosome 6. Il est impliqué dans le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) et il code le système HLA (Human

Leukoctes Antigens). On retrouve les allèles HLA-DR3 et HLA-DR4. Le risque le plus élevé se retrouve chez les individus hétérozygotes HLA-DR3/HLA-DR4.

c) Rôle environnemental

Plusieurs hypothèses se présentent : la première concerne certains virus qui présenteraient des antigènes communs avec les cellules bêta du pancréas. Cette ressemblance a pour conséquence la destruction de ces cellules.

La seconde hypothèse est alimentaire avec l'introduction trop précoce du lait de vache dans l'alimentation.

2. Le diabète de type 1B ou idiopathique

Il se caractérise par une absence d'anticorps. On le retrouve dans certaines populations noires originaires d'Afrique subsaharienne. Les mécanismes de ce diabète sont peu connus.

3. Le diabète de type 2

Ce diabète représente 80 % des diabètes. C'est la forme la plus fréquente. Il se caractérise par une insulino-résistance et une altération des capacités d'insulinosécrétion. (Figure 5)

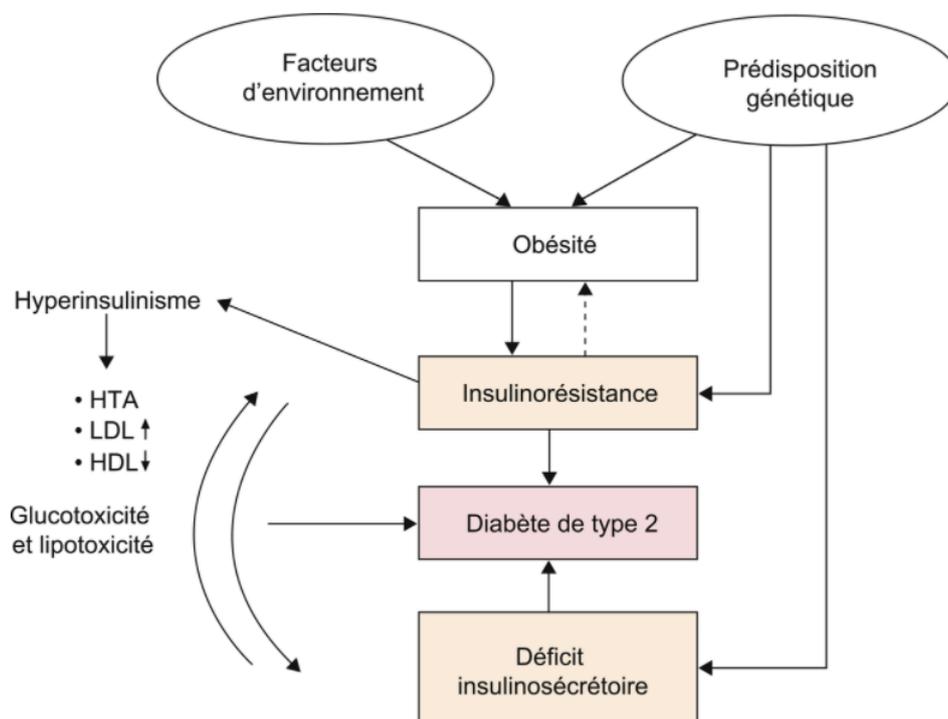


Figure 5 : Physiopathologie de la forme commune du diabète de type 2 (9)

La résistance à l'action de l'insuline et les anomalies de sa sécrétion sont aggravées par l'hyperglycémie : c'est la glucotoxicité.

L'insulinorésistance et la baisse de la sécrétion en insuline entraînent au niveau des adipocytes une lipolyse qui elle-même crée une augmentation des acides gras libres dans le sang. Cette augmentation aggrave les anomalies de l'insulinosécrétion, stimule la production de glucose dans le foie et inhibe la captation du glucose par les muscles. C'est la lipotoxicité. (Figure 6)

Type d'insulinorésistance	Lieu	Conséquences
Insulinorésistance périphérique		- ↑ lipolyse - ↓ captage et utilisation du glucose
		- ↓ clairance des TG - ↓ captage et utilisation du glucose
Insulinorésistance hépatique		- ↑ production du glucose - ↑ synthèse des VLDL

Figure 6 : Insulinorésistance hépatique et périphérique (musculaire et adipocytaire) (9)

a) Prédisposition génétique

Le diabète de type 2 est principalement héréditaire. Le risque de développer un diabète si les deux parents sont diabétiques est de 30 à 60 %. Chez les jumeaux monozygotes ce risque s'élève à plus de 90 %.

b) Rôle environnemental

Ce diabète est plus souvent retrouvé dans les pays industrialisés. La majeure partie des diabètes de types 2 est due au mode de vie avec de mauvaises habitudes alimentaires et une sédentarité.

4. Le diabète gestationnel

Le diabète gestationnel est un trouble de la tolérance au sucre avec augmentation de la glycémie plus ou moins importante.

Il est diagnostiqué pour la première fois au cours de la grossesse. Cette anomalie de la tolérance au sucre est transitoire : elle apparaît pendant la grossesse et disparaît après l'accouchement.

Lors de la 2^{ème} moitié de la grossesse, se produit une insulino-résistance physiologique afin de favoriser la croissance du fœtus qui est induite par les hormones placentaires. Dans le cas où la fonction pancréatique est normale, un hyperinsulinisme réactionnel se produit afin de maintenir une glycémie normale. Or si le pancréas ne secrète pas assez d'insuline afin de palier à cette insulino-résistance, la glycémie sera augmentée : c'est le diabète gestationnel. Il représente 8 % des grossesses en France métropolitaine en 2012 (10).

D. Les conséquences cliniques de la carence en insuline (8) (9)

1. Les complications à court terme

Mis à part le cerveau qui ne peut pas en être privé, le glucose ne peut plus pénétrer dans les cellules qui l'utilisent. Le glucose sanguin atteint des taux très élevés > 3 g/L. Le seuil de réabsorption rénal du glucose étant de 1,80 g/L [10 mmol/L], celui-ci est rapidement atteint et provoque **une glycosurie**. Du fait de son fort pouvoir osmotique, le glucose va attirer l'eau avec lui et provoquer une élimination urinaire plus importante, c'est **la polyurie**. Cela engendre une déshydratation qui est compensée par une sensation de soif : **la polydipsie**.

Le manque d'insuline empêche de signaler au cerveau la sensation de satiété, il y a une augmentation de l'appétit et une faim qui perdurent sans prise de poids, c'est **la polyphagie**.

A cause de la carence cellulaire en glucose, l'organisme utilise d'autres substrats énergétiques : une lipolyse va être à l'origine de l'amaigrissement du diabétique. Cette lipolyse va fabriquer de l'acétyl-CoA en grande quantité qui sera transformé en corps cétoniques : de l'acide acéto-acétique, du β -hydroxybutyrate et de l'acétone. En découlent alors une **cétonémie** et une **cétonurie**.

L'acétone est éliminée par voie respiratoire, ce qui provoque une haleine dite de « pomme de rainette », qui peut être utilisée pour la détection du diabète.

a) Le coma acidocétosique

Il se retrouve dans le diabète de type 1 majoritairement car il dépend de l'insulinémie. Il s'observe quand l'individu n'a plus d'insuline ou quand les doses d'insulines ne sont pas assez élevées (sous dosage ou si le cathéter de sa pompe à insuline est bouché par exemple). L'acidocétose se manifeste par des nausées, des vomissements et des douleurs abdominales. Elle peut entraîner un œdème cérébral avec coma qui peut aboutir à la mort.

On retrouve une hyperglycémie importante, une cétose due à la présence de l'acide acéto-acétique et du β -hydroxybutyrate dans le sang et une cétonurie. Cette cétonémie due aux deux acides, va entraîner une baisse du pH sanguin : c'est l'**acidose métabolique**. Pour pallier à cette baisse du pH sanguin, une hyperpnée va apparaître. La cétonurie, en plus de la glycosurie, va augmenter la polyurie avec une perte d'eau et d'électrolytes. Ce qui augmente la déshydratation.

Le traitement de l'acidose se fait, chez le diabétique de type 1 ou type 2 insulinodépendant, par une augmentation des doses d'insulines rapides qu'il prend au quotidien. Chez le diabétique de type 2 non insulinodépendant, un schéma d'insulinothérapie sera mis en place jusqu'à normalisation.

Le traitement de l'acido-cétose se fait par insuline rapide ou ultrarapide par voie IV, par perfusion de poche de NaCl 0,9% pour l'hydratation, par des apports potassiques et par une perfusion de bicarbonate si le patient est épuisé (risque de réduction de l'hyperventilation compensatoire).

b) Le coma hyperosmolaire

Ce coma se retrouve chez les diabétiques de type 2, et souvent âgés. Il n'y a pas de carence en insuline, il n'y aura pas de lipolyse donc pas d'acides gras ni de corps cétoniques. On aura une hyperglycémie qui augmentera la diurèse et entraînera une déshydratation. Il y a donc une **polyurie** mais compensée par une **polydipsie**. Or chez le sujet âgé, cette soif est diminuée ou absente. Cette déshydratation conduira à une insuffisance rénale fonctionnelle qui élèvera le seuil de réabsorption du glucose et qui majorera l'hyperglycémie.

Le traitement de ce coma est essentiellement une réhydratation soit par perfusion de NaCl soit par voie orale. Comme pour le coma acidocétosique, on corrige les désordres hydro-électrolytiques et on ajoute une insulinothérapie par voie intraveineuse (IV).

2. Les complications à long terme

Le phénomène de glycation des protéines, lié à l'état d'hyperglycémie, joue un rôle majeur dans la pathogénèse des complications à moyen et long terme. Une fois apparue ces complications sont souvent irréversibles, d'où l'intérêt des marqueurs comme l'HbA1c qui permettent d'essayer de les limiter. Seul l'équilibre glycémique va pouvoir ralentir leur évolution.

Les atteintes chroniques les plus importantes sont des atteintes vasculaires, qui vont concerner la micro ou la macro circulation. C'est pour cela que ces angiopathies sont appelées micro et macro-angiopathies.

a) La micro-angiopathie

La micro-angiopathie diabétique résulte d'une hyperglycémie chronique $> 1,26 \text{ g/L}$ [7 mmol/L] qui engendre des lésions des vaisseaux. Ces lésions s'installent tardivement, le diagnostic étant souvent posé après 10 à 20 ans d'évolution de la maladie. Elles sont d'autant plus précoces que la glycémie est mal contrôlée.

Elle va toucher des petits vaisseaux, principalement au niveau de l'œil, du rein et du système nerveux périphérique et autonome.

(1) Rétinopathie diabétique (11)

Le diabète est la première cause de cécité en France avant 50 ans. L'atteinte rétinienne peut prendre deux formes : une forme non proliférante et une forme proliférante. La forme non proliférante entraîne une augmentation de la perméabilité capillaire, des microanévrismes, des hémorragies, des exsudats, une ischémie maculaire et un œdème maculaire. Contrairement à la forme non proliférante, elle entraîne la formation d'une néovascularisation anarchique due à une sécrétion de facteurs de croissance (VEGF par exemple). Sans traitement, la rétinopathie pourra aboutir à des hémorragies rétinienne, un décollement de la rétine et une cécité.

(2) Néphropathie du diabétique (12)

Le diabète est la première cause d'insuffisance rénale terminale en Europe. La micro-angiopathie engendre des lésions au niveau des vaisseaux irrigant les glomérules du rein, structures dédiées à la filtration du sang. L'affaiblissement de la paroi des vaisseaux et la mauvaise irrigation finissent par altérer la fonction rénale. Il n'y a pas de signes d'alerte, sauf l'analyse d'urine qui mettra en évidence une protéinurie et une albuminurie.

(3) Neuropathies du diabétique (13)

C'est une complication tardive du diabète et qui est multifactorielle (glycémie, tabac, alcool, lipides, etc..). Elle concerne 50 % des patients diabétiques après 20 ans de maladie. De ce fait certaines personnes présentent déjà une forme de neuropathie au moment du diagnostic de diabète de type 2. Lorsque le taux de sucre dans le sang demeure trop élevé sur une longue

période de temps, cela peut endommager les nerfs, souvent ceux des membres inférieurs mais aussi certains organes tels que le cœur, la vessie, l'estomac, les intestins et les organes génitaux. Les manifestations de la maladie varient selon l'endroit où elles se situent. On a une diminution ou une perte de la sensibilité au niveau des pieds (risque de blessure non ressentie qui aboutira à une infection, puis une gangrène et par la suite une amputation), un ralentissement de la vidange de l'estomac ou bien une vessie neurogène par exemple. Une hypersensibilité neuronale ou des neurones défectueux pouvant provoquer des douleurs neuropathiques peuvent être observés.

b) Macro-angiopathies

C'est une atteinte des grosses et des moyennes artères. On va retrouver l'athérosclérose, les syndromes coronariens, les accidents vasculaires cérébraux, les artérites des membres inférieurs (qui peuvent entraîner une amputation du pied), etc... Cette atteinte est due à une hyperglycémie chronique et à des facteurs de risques cardiovasculaires (tabac, hypertension, dyslipidémie etc). Le risque cardiovasculaire est multiplié par 2 à 3 par le diabète.

E. Diagnostic (9) (8)

Le diagnostic est biologique. Il est basé sur le seuil glycémique à risque de micro-angiopathies. Il est posé selon certains critères :

- Lors d'un dépistage avec une glycémie à jeun. Elle est normale lorsqu'elle est $< 1,10$ g/L [6 mmol/L]. On parle de diabète sucré si la glycémie à jeun est $\geq 1,26$ g/L [7 mmol/L] à deux reprises.
- Si deux heures après l'ingestion de 75 g de glucose (HGPO, Hyperglycémie provoquée par voie orale) la glycémie est supérieure à 2 g/L [11 mmol/L].
- Dans un contexte d'urgence, chez un patient qui présente un syndrome cardinal : une polyurie, une polydipsie, une polyphagie et amaigrissement associé à une glycémie > 2 g/L [11,1 mmol/L] à n'importe quel moment de la journée.

	Diabète de type 1	Diabète de type 2
Âge du patient au diagnostic	Jeune, avant 35 ans	Après 35 ans
Début de la maladie	Rapide ou explosif	Lent et insidieux
Symptomatologie	Bruyante	Pauvre
Poids	Normal ou maigre	Obésité ou surcharge adipeuse abdominale
Hyperglycémie au diagnostic	> 3 g/L	Souvent < 2 g/L
Cétose	Souvent présente	Souvent absente
Complications dégénératives au diagnostic	Absente	Présente dans 50 % des cas

Tableau 1 : Caractéristiques respectives des diabètes de type 1 et de type 2 (9)

Contrairement au diabète de type 1, le diabète de type 2 est souvent asymptomatique et sa découverte se fait de manière fortuite lors d'un dépistage. (Tableau 1)

F. La prise en charge des diabétiques (8) (9)

1. Les mesures hygiéno-diététiques

La première étape du traitement est la mise en place d'une alimentation équilibrée et d'une activité physique régulière. Ces mesures doivent permettre de réguler notamment la glycémie pour éviter l'hypoglycémie et les pics hyperglycémiques. Pour les patients atteints de diabète de type I, on cherchera à adapter les repas en fonction du schéma insulinique alors que pour le diabète de type 2, on ciblera les facteurs de risques cardio-vasculaires et le poids du patient.

a) La diététique (14) (15)

Il y a plusieurs règles qu'il faut adopter afin d'éviter d'avoir un déséquilibre dans les apports glycémiques. Il ne faut pas sauter de repas afin d'éviter les grignotages, il faut être régulier dans les apports alimentaires (trois à cinq prises alimentaires dont trois repas principaux et deux collations éventuelles) et avoir des proportions définies en fonction du type d'aliment.

Les apports en glucides (50-55 %), lipides (30-35 %) et protéines (20 %) doivent être équilibrés dans l'alimentation. La répartition glucidique optimale est de 10 % à 20 % des apports totaux au petit déjeuner, et de 40 % à 45 % des apports totaux autant au déjeuner qu'au dîner.

Cette répartition quantitative des glucides doit être associée à un contrôle de la qualité glucidique des aliments. La qualité glucidique ou pouvoir hyperglycémiant est appelé l'index glycémique (IG).

L'index glycémique est un calcul basé sur la courbe du taux de glucides sanguins testé à la suite de l'ingestion de tel ou tel aliment. Cette courbe est comparée à celle d'aliments « référents » que sont soit le glucose, soit le pain blanc qui ont tous deux un IG de 100. Il classe les aliments en fonction de leur pouvoir glycémique. Il peut être influencé en fonction :

- De la cuisson de l'aliment. Par exemple, la carotte cuite est plus hyperglycémique que la carotte crue.
- Du mode de cuisson de l'aliment.
- De sa texture : un jus sera plus hyperglycémique que le fruit lui-même.
- De son ingestion seule ou si l'aliment est accompagné de protéines ou de graisses qui diminueront son absorption en ralentissant la digestion.
- De la vitesse d'absorption : plus l'aliment est absorbé lentement, plus son IG sera abaissé.

Des applications comme Gluci-Check® ou encore Mon Glucompteur® permettent de calculer son repas en glucide, d'estimer l'index glycémique des aliments, l'apport en graisse, en sel ou les calories d'un repas afin de faciliter le diabétique dans sa répartition glucidique.

Les fibres freinent la vidange gastrique et ralentissent l'absorption des glucides et donc atténuent le pic postprandial. Il est recommandé d'en manger 30 g par jour.

Une consommation modérée d'alcool n'est pas contre-indiquée. Mais des précautions sont à prendre pour éviter des complications liées au diabète. C'est un puissant inhibiteur de la néoglucogenèse. Il empêche le foie de réguler la glycémie et augmente les effets de l'insuline. Le glucose stocké n'est pas libéré. Il est recommandé de ne pas consommer de l'alcool à jeun pour ne pas faire d'hypoglycémie à retardement. Certaines boissons alcoolisées sont très sucrées. Par exemple les vins cuits, la bière ou les mélanges avec des sodas (les alcools forts seuls ne sont pas sucrés), peuvent provoquer des hyperglycémies. Il est recommandé de ne pas consommer de l'alcool le ventre vide car la nourriture en ralentit l'absorption. Il est préférable de boire de l'alcool avec un faible taux de sucre comme le vin rouge, le vin blanc sec et d'éviter les alcools sucrés. Il faut mesurer sa glycémie plus souvent, prévoir une collation

avant de se coucher pour éviter une hypoglycémie nocturne. Il faut également éviter la consommation d'alcool avant, pendant et après une activité physique.

b) Activité physique et sportive (16)

L'activité physique ne se réduit pas au sport. Elle comprend aussi l'activité physique dans la vie de tous les jours, à la maison, au travail et dans les transports. La pratique d'une activité physique participe au traitement car elle contribue à maîtriser le poids, à faire baisser la glycémie ou à agir sur les facteurs de risques cardiovasculaires comme la tension artérielle ou le cholestérol. La pratique physique est à adapter en fonction de l'état de santé et des capacités du patient. Il est recommandé de pratiquer une activité physique d'au moins 30 minutes par jour.

Du fait du risque hypoglycémique, il est nécessaire de prendre des précautions et d'avoir de quoi se resucrer en cas de signes d'hypoglycémie et d'adapter ses doses d'insulines avant de pratiquer une activité physique.

2. Les traitements pharmacologiques

a) Le diabète de type 1 (5)

(1) Les insulines (17) (18)

Il existe deux grandes familles d'insulines, les insulines humaines et les analogues de l'insuline humaine.

Les insulines humaines sont issues du génie génétique avec une insertion d'un gène codant pour les chaînes A et B de l'insuline humaine dans des bactéries. Ces bactéries vont produire de l'insuline identique à l'insuline humaine. Ces insulines peuvent être couplées à du NPH (*Neutral Protamine Hagedorn*). Ce procédé permet de précipiter l'insuline, ce qui fait augmenter sa durée d'action jusqu'à 12 heures : c'est une insuline semi-lente.

Les analogues sont également issus du génie génétique mais dans lequel on a remplacé un ou plusieurs acides aminés de la protéine pour en modifier la cinétique et la solubilité de l'insuline. Les analogues ont les mêmes activités biologiques et les mêmes récepteurs que l'insuline. La pharmacocinétique est la seule différence entre l'insuline et son analogue à savoir, **le délai d'action.**

Ces analogues sont classés en deux grandes familles :

- les ultra-rapides : plus rapides que l'insuline.
- les lentes : plus lentes que l'insuline et surtout plus lentes que les semi-lentes.

Il existe quatre types d'insuline :

- Ultra-rapides (15 minutes) = plus rapides que l'insuline humaine → c'est un analogue.
- Rapide (30 minutes) = copie conforme de l'insuline humaine.
- semi-lentes (intermédiaire) = les insulines NPH qui miment la sécrétion basale de l'insuline sur 12 heures.
- Lentes = insulines analogues avec une durée d'action de 24 heures.

(a) Les insulines ultra rapides

Ce sont des analogues de l'insuline qui sont stabilisés avec du zinc (Zn^{2+} , utilisé pour la conservation de l'insuline) en hexamère. Une fois injectés, les hexamères vont se dissocier en dimères puis en monomères d'insuline. Ce sont ces derniers qui vont se fixer sur la cellule. Ils agiront entre 5 et 20 minutes. Pour une insuline ultra-rapide ce qui compte **c'est le délai d'action** et non pas la durée d'action car le patient se l'injecte et mange dans la foulée. C'est ce qu'on appelle, avec les insulines rapides, « les insulines pour manger ». Leurs délais d'action varient de 5 à 35 minutes, et ont un pic d'action de 1 à 3 heures et une durée d'action de 3 à 5 heures (

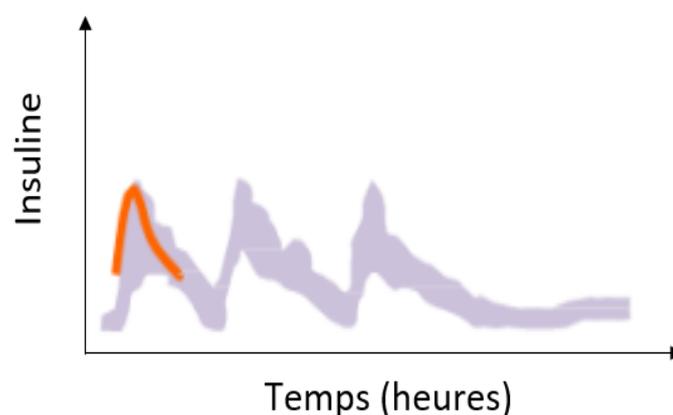


Figure 7). L'injection peut se faire avant, pendant et immédiatement après le repas. On retrouve dans le commerce APIDRA[®], HUMALOG[®], NOVORAPID[®] et la FIASP[®] (qui ressemble à la NOVORAPID[®] mais agit encore plus vite, moins de 5 minutes).

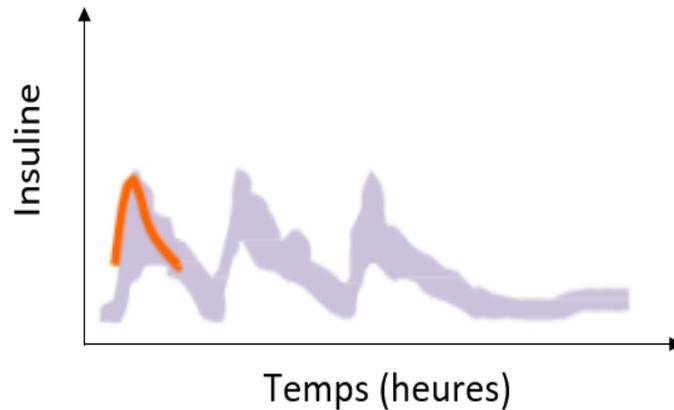


Figure 7 : Profil de l'insuline ultra rapide (19)

(b) Les insulines rapides

Ce sont des copies conformes de l'insuline, les premières à être synthétisées. Elles vont avoir un délai d'action de 30 à 60 minutes, un pic d'action de 2 à 4 heures et une durée d'action de 5 à 8 heures. L'injection doit se faire 20 à 30 minutes avant le repas. On retrouve dans le commerce UMULINE[®] rapide, ACTRAPID[®] et INSUMAN[®] rapide.

(c) Les insulines semi-lentes

Comme on a vu précédemment, ce sont des insulines qui sont couplés avec du NPH qui permet de précipiter l'insuline afin qu'elle agisse plus lentement. Du fait de ce procédé, il faut bien agiter le stylo avant l'injection. Ce qui est important c'est **la durée d'action** car elles doivent reproduire la sécrétion basale d'insuline. L'effet se fait sentir 2 à 4 heures après l'injection avec un pic d'action entre 4 à 8 heures et une durée d'action située entre 12 et 24 heures (Figure 8). On a par exemple INSULATARD[®] et UMULINE[®] NPH.

Mais les insulines semi-lentes ont un pic d'action qui rend une libération basale anormale : la libération n'est pas linéaire. C'est avec cette problématique que les industriels ont développé des insulines lentes.

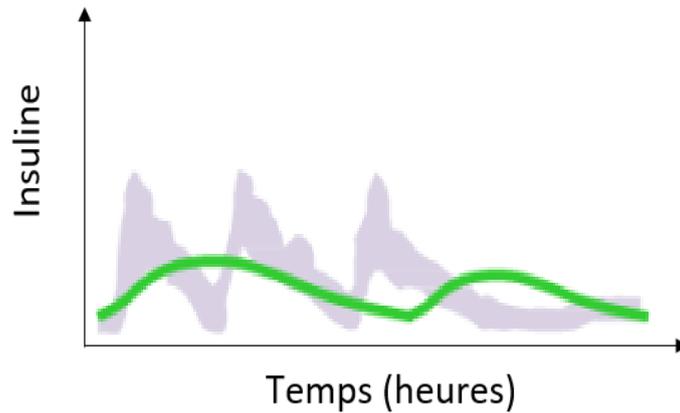


Figure 8 : Profil de l'insuline intermédiaire (19)

(d) Les insulines lentes et ultra-lentes

Ce sont des analogues de l'insuline humaine basale, qui remplacent la sécrétion physiologique basale d'insuline. Ce sont les « insulines pour vivre ». Ces analogues permettent d'avoir une libération beaucoup plus stable de l'insuline par rapport aux insulines NPH. La LEVEMIR® par un acide gras greffé sur une insuline permet aux différentes insulines de s'agréger entre elles puis de se lier à l'albumine de façon réversible, ce qui va permettre de ralentir sa libération. La LANTUS® est un analogue de l'insuline ultra longue qui est stabilisé à pH acide. Or quand elle sera injectée dans l'organisme, qui est à pH physiologique basique de 7.4, elle va précipiter. Cette précipitation va lui conférer une libération prolongée. Son délai d'action va être d'1h30 et sans pic d'action. La durée d'action va varier selon l'insuline qui sera de 16 à 42 heures (Figure 9). On a également la TOUJEO® et l'ABASAGLAR® qui appartiennent aux insulines lentes. Il existe des insulines ultra-lentes qui sont la TRESIBA® et la XULTOPHY® (qui est de l'insuline dégludec comme la TRESIBA® avec du liraglutide en association).

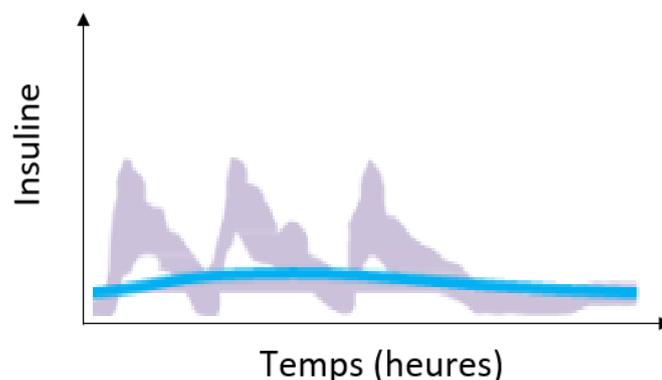


Figure 9 : Profil de l'insuline basale (19)

(e) Les mélanges d'insulines

Ce sont des mélanges d'insuline rapide ou d'analogue rapide avec une insuline intermédiaire ou lente. Il en existe plusieurs comme par exemple l'HUMALOG® mix et NOVOMIX®. Elles permettent d'avoir une injection le matin et le soir et ainsi de limiter le nombre d'injections quotidiennes à trois au lieu de cinq.

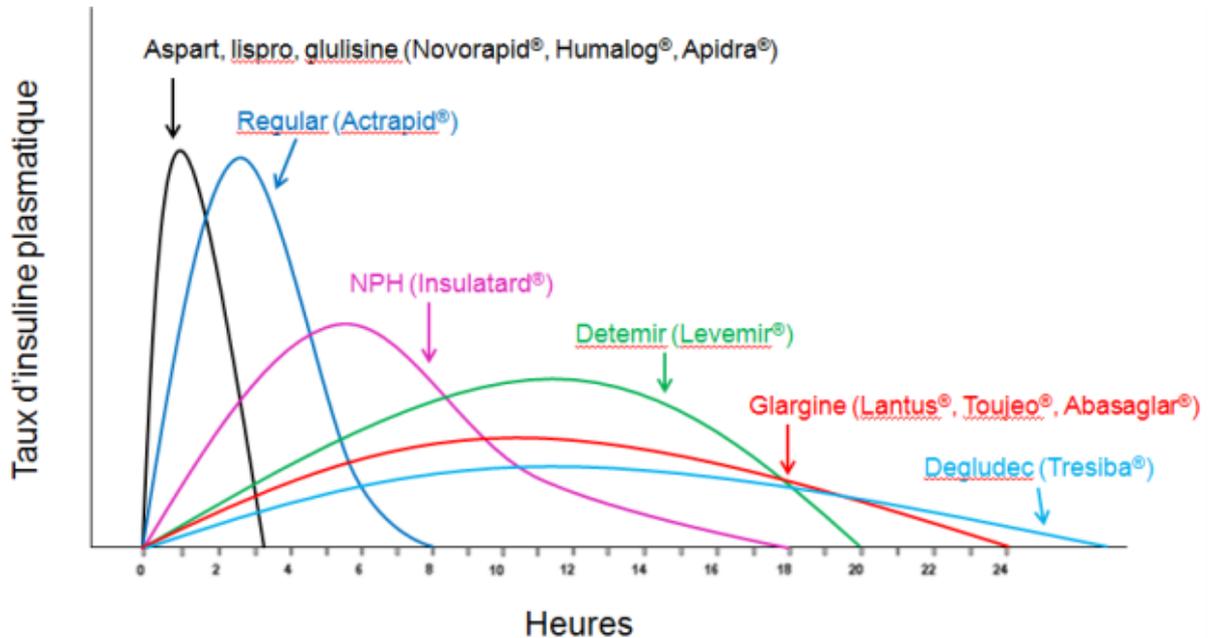


Figure 10 : Schéma des différentes insulines disponibles et de leur durée d'action (19)

La

Figure 10 nous montre les profils cinétiques des différentes insulines.

Le Tableau 2 (20) (21) (18) est une synthèse des informations concernant les insulines disponibles en prenant compte du type d'insuline, de la composition, du nom commercial, du délai d'action, de la durée d'action et des différentes recommandations. Ce tableau permet de confronter les différences entre les insulines permettant de comprendre leurs profils cinétiques.

Type d'insuline	Composition	Nom commercial	Délai d'action	Durée d'action	Recommandations
Ultra rapide (analogues de l'insuline)	Aspartate	NOVORAPID® FIASP® INSULINE ASPARTE®	5 à 35 minutes	3 à 5 heures	Injection avant le repas. Insuline de correction. Utilisable pour les pompes à insulines. Voie IV possible.
	Glulisine	APIDRA®			
	Lispro	HUMALOG® LYUMJEV®			
Rapide (insuline humaine)	Insuline	ACTRAPID® INSUMAN® UMULINE RAPIDE®	30 à 60 minutes	5 à 8 heures	Injection 15 à 30 minutes avant le repas. Insuline de correction. Utilisable pour les pompes à insulines. Voie IV possible.
Intermédiaire	Insuline NPH (protamine)	INSULATARD® UMULANE® NPH	2 à 4 heures	12 à 24 heures	Agiter avant injection.
	Lente (analogue de l'insuline)	Detemir	LEVEMIR®	1 à 2 heures	12 à 24 heures selon la dose administrée
Glargine		ABASAGLAR® LENTUS® TOUJEO®	2 à 4 heures	24 heures	Injection à heure fixe à n'importe quel moment de la journée. Existe en association avec du liraglutide (XULTOPHY®).
Ultra lente (analogue de l'insuline)		Dégludec	TRESIBA®	2 heures	42 heures
Mélanges d'insulines	Insuline rapide + NPH	UMULINE® PROFIL 30 MIXTARD®30	30 à 60 minutes	Jusqu'à 12 heures	
	Analogue rapide + NPH	HUMALOG MIX® 25 et 50 NOVOMIX® 30, 50 et 70	15 minutes		

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différentes insulines

(2) Schémas thérapeutiques (17)

Il existe plusieurs schémas insuliniques dans la prise en charge du diabète de type 1. Ils sont adaptés suivant l'acceptation, l'autonomisation du patient et les objectifs thérapeutiques. Le schéma de référence est celui qui va reproduire la sécrétion d'insuline physiologique, c'est le basal-bolus (Figure 11). Il comporte quatre à cinq injections par jour, avec de l'insuline rapide (ou analogue rapide) après chaque repas et de l'insuline intermédiaire matin et soir (ou remplacée par un analogue lent une fois par jour).

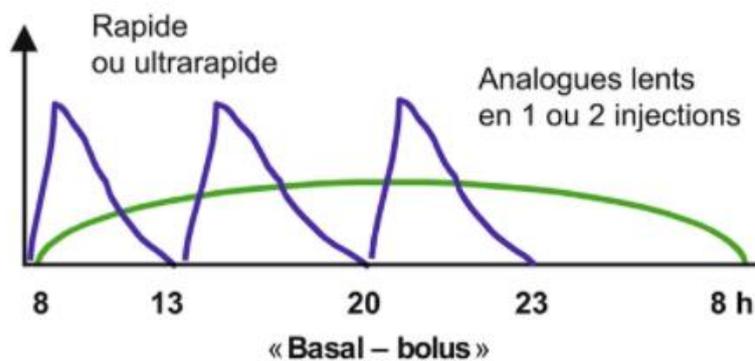


Figure 11 : Schéma basal-bolus (9)

Moins utilisé, le schéma à trois injections par jour consiste à injecter un mélange d'insuline rapide (ou analogue) et une intermédiaire avant le repas du matin et du soir, et une rapide (ou analogue rapide) au moment du repas du midi (Figure 12).

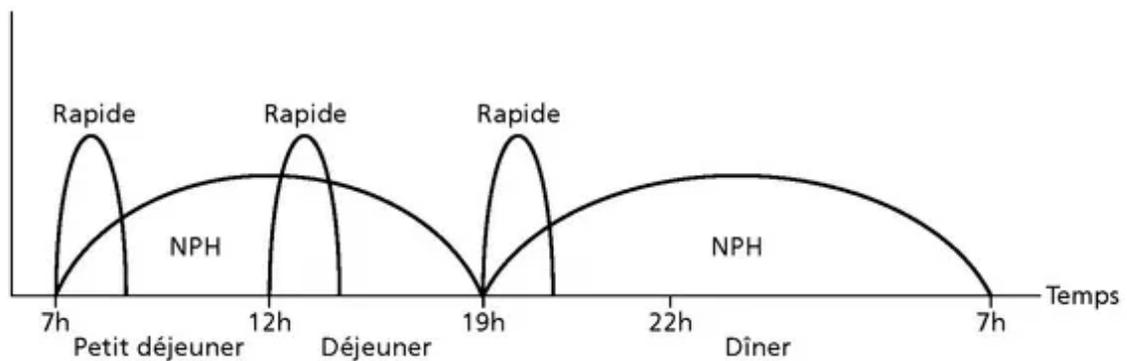


Figure 12 : Schéma 3 injections (22)

Le schéma à deux injections par jour consiste en un mélange d'insuline rapide (ou analogue rapide) et une insuline intermédiaire avant le repas du matin et du soir. C'est le schéma qui est recommandé chez les jeunes enfants.

Le schéma insulinique par pompe à insuline portable (ou implantable) est aussi un basal-bolus. La pompe ne contient que de l'insuline rapide (ou analogue rapide) qui est injectée de manière continue avec un débit de base fixe ou variable selon l'heure afin de reproduire le débit basal physiologique. Elle permet au moment des repas de s'injecter des bolus.

Dans la plupart des schémas insuliniques, les doses d'insulines sont définies par le médecin. Le patient doit adapter son alimentation. Il existe une variante qui est **l'insulinothérapie fonctionnelle**. (23) (24)

Elle s'adresse aux patients diabétiques sous insulinothérapie administrée par multi-injections, ou porteur d'une pompe sous-cutanée d'insuline. Son principe est de calculer l'insuline à injecter en fonction des apports alimentaires et non l'inverse. C'est de l'éducation thérapeutique où il faut apprendre à calculer la quantité de glucide contenu dans les aliments. Comme on l'a vu, certaines applications mobiles peuvent aider à calculer l'apport glucidique d'un repas.

(3) Les effets indésirables

(a) L'hypoglycémie

L'effet indésirable principal de l'insulinothérapie est l'hypoglycémie. Elle est définie par un taux de sucre dans le sang inférieur à 0,60 g/L (3,3 mmol/L) chez l'adulte. Elle peut être due à un surdosage de l'insuline, au saut d'un repas (ou peu riche par rapport à la dose d'insuline), à la prise d'alcool ou à une activité physique sans adaptation de la dose.

Le patient doit savoir reconnaître les signes de l'hypoglycémie : asthénie, sueur, tachycardie, sensation de faim, céphalées, pâleur, tremblements, troubles visuels, irritabilité, vertiges, confusion, coma.

Le traitement dépend de la gravité de l'hypoglycémie. Si le sujet est conscient, on lui donne du sucre rapidement assimilable (morceau de sucre, confiture, compote à boire, un jus de fruit). Si cela ne suffit pas on réitère 20 minutes plus tard. Si le sujet est inconscient ou s'il y a danger de fausses routes, il faut lui injecter le GLUCAGEN® (c'est du glucagon qui est l'hormone avec les effets inverses de l'insuline, hyperglycémiant).

(b) Les réactions cutanées

Il peut y avoir des réactions locales au point d'injection comme des érythèmes ou des douleurs si l'injection est trop superficielle. On retrouve souvent une lipohypertrophie qui se manifeste par une prolifération des tissus adipeux sous cutanées, ce qui a pour conséquence d'engendrer une diffusion anormale de l'insuline. Ces réactions sont dues aux injections répétées au même endroit : il suffit de changer le site d'injection.

(c) Les allergies à l'insuline

L'allergie à l'insuline est un effet indésirable de plus en plus rare grâce à l'utilisation de l'insuline humaine hautement purifiée. Il peut apparaître une allergie locale au niveau du site d'injection, comme de l'urticaire qui peut être parfois due au désinfectant contenu dans l'insuline (métacrésol, phénol, protamine).

b) Le diabète de type 2

(1) Stratégie thérapeutique (25)

La stratégie thérapeutique du diabète de type 2 commence toujours par des mesures hygiéno-diététiques ainsi que par une éducation du patient sur sa maladie. L'instauration du traitement débute par une monothérapie à la metformine (hors intolérance ou contre-indication). Si après évaluation, les objectifs glycémiques ne sont pas atteints, il faut passer à une bithérapie en ajoutant des sulfamides hypoglycémiants (toujours hors intolérance ou contre-indication). De même, si les objectifs ne sont toujours pas atteints, il faut passer à une trithérapie. Si l'écart à l'objectif est inférieur à 1 %, on rajoute un inhibiteur des α -glucosidases ou la sitagliptine. S'il y a échec de cette trithérapie ou un écart à l'objectif supérieur à 1 %, il faut envisager l'introduction de l'insuline ou d'un analogue du GLP-1 (si l'IMC > 30, prise de poids sous insuline ou la survenue d'une hyperglycémie préoccupante). Si les objectifs ne sont toujours pas atteints, on remplacera le traitement par une insuline NPH au coucher ou par une insuline lente s'il y a un risque d'hypoglycémie nocturne. En dernier recours, le patient aura un schéma basal-bolus ou un schéma d'1 à 3 injections par jour avec des mélanges d'insulines (Figure 13). Concernant les personnes avec une intolérance ou une contre-indication à la metformine ou/et aux sulfamides hypoglycémiants, le schéma thérapeutique est adapté (Figure 14 et Figure 15).

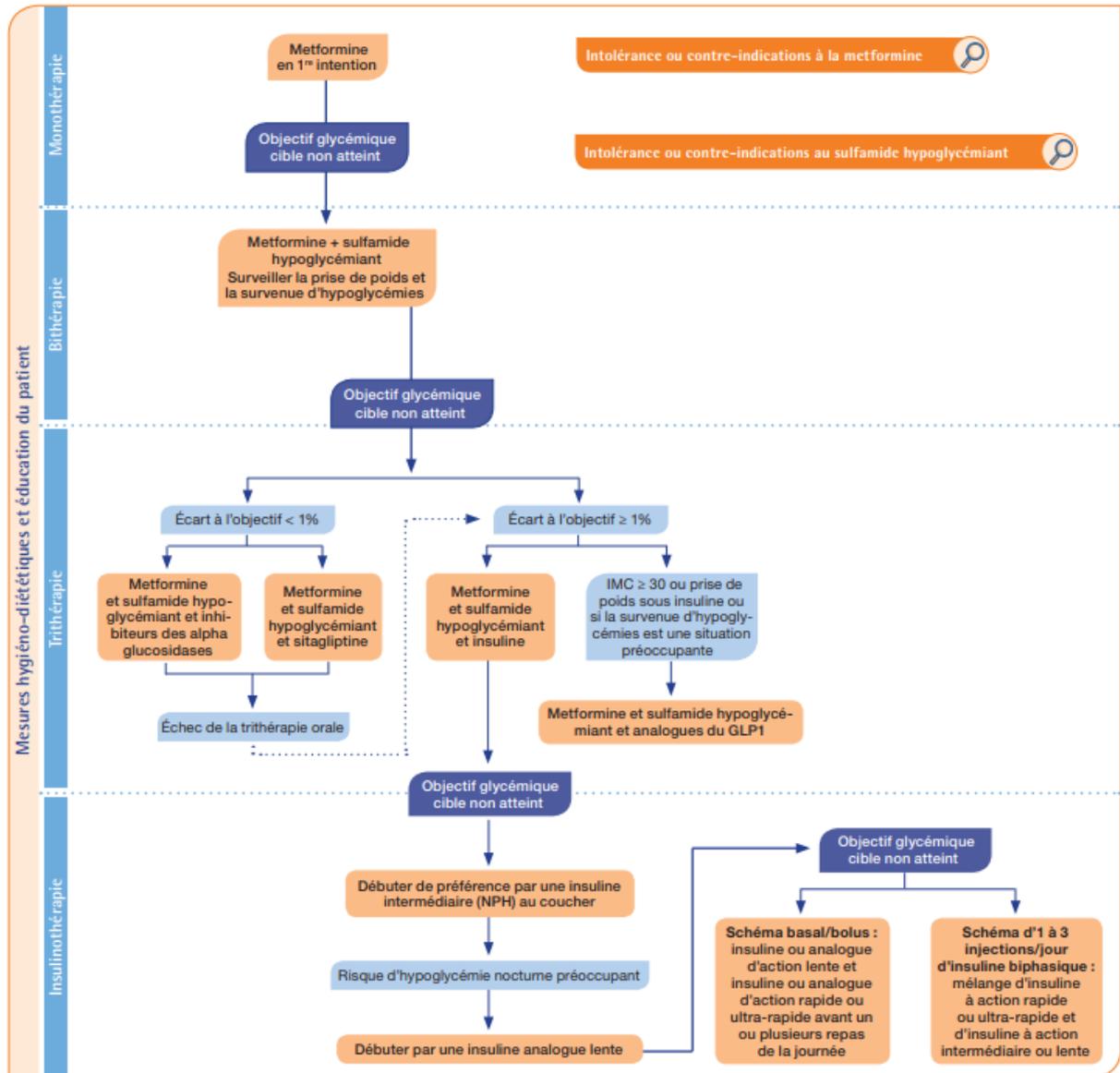


Figure 13 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général

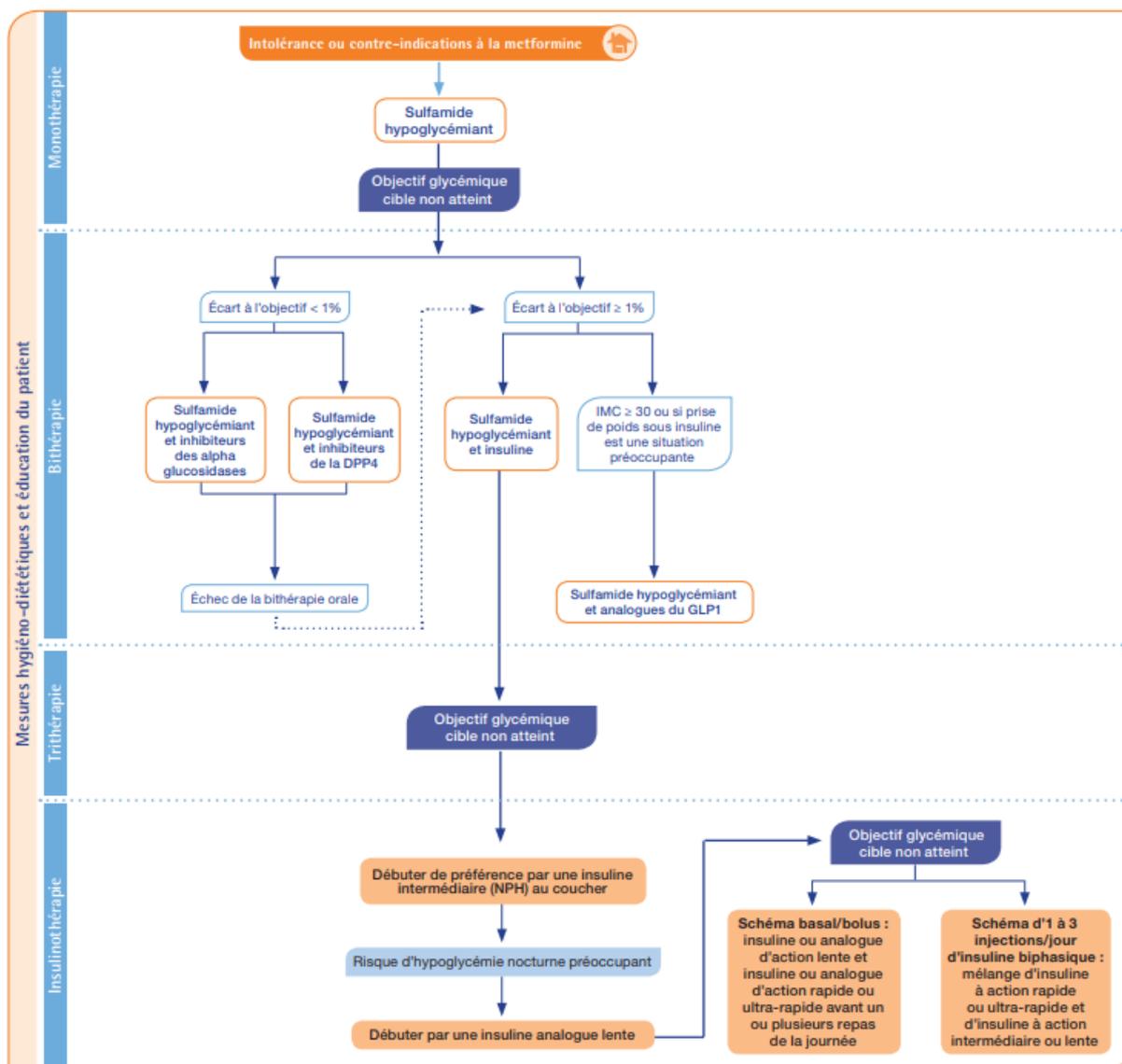


Figure 14 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général - Intolérance ou contre-indications à la metformine.

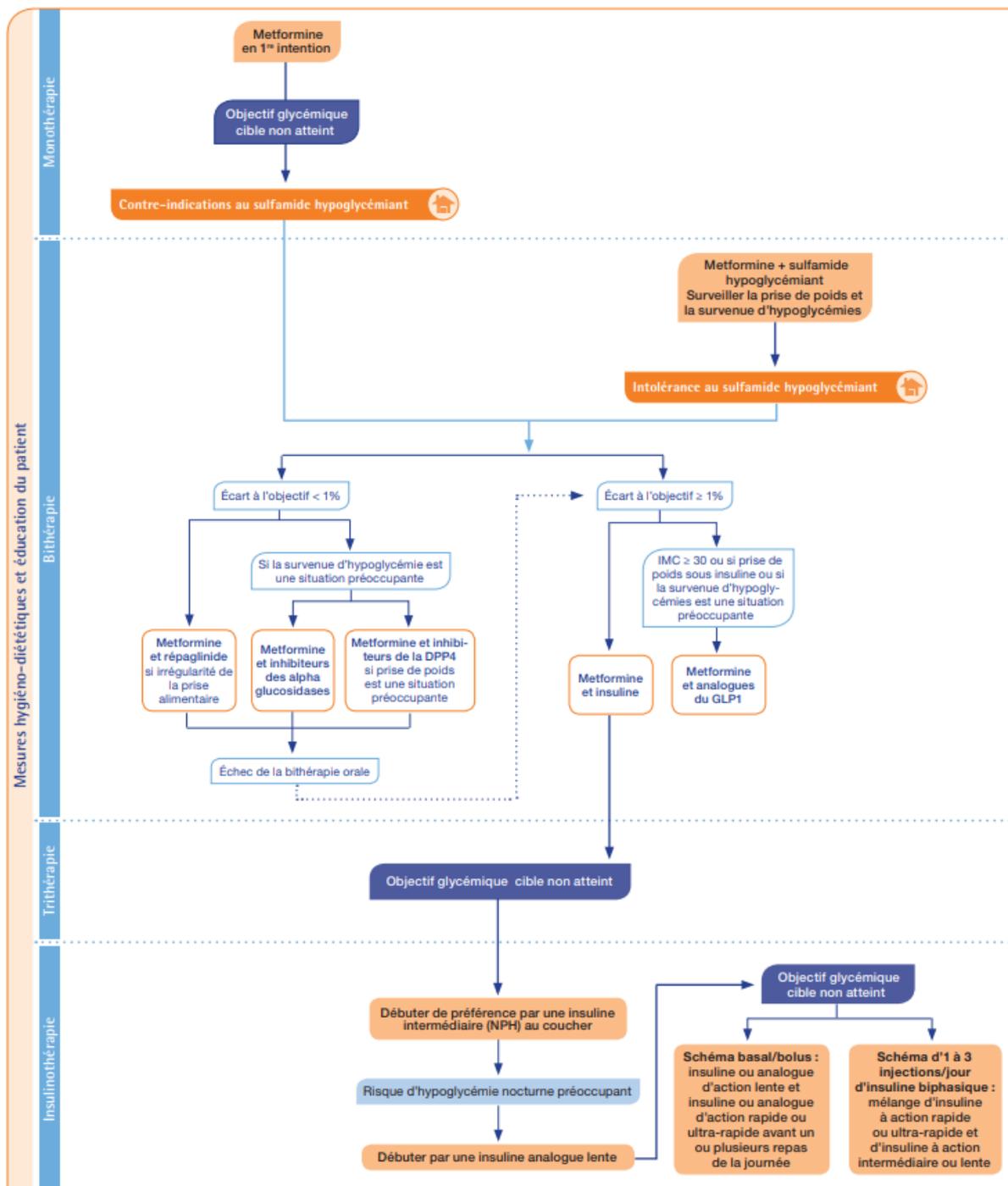


Figure 15 : Schéma représentant la stratégie médicamenteuse pour les patients diabétiques de type 2 - Cas général - Intolérance ou contre-indications au sulfamide hypoglycémiant.

(2) Les molécules antidiabétiques (26) (27) (28)

Les Tableau 3, Tableau 4 et Tableau 5 sont des tableaux récapitulatifs regroupant les différents antidiabétiques oraux et injectables commercialisés en France. Ils sont classés par classe thérapeutique, puis par DCI (Dénomination Commune Internationale) et par nom commercial. Sont expliqués : leurs actions physiologiques, leurs avantages, leurs effets indésirables, les recommandations et leurs contre-indications. La plupart de ces molécules sont utilisées dans les stratégies thérapeutiques de la Haute Autorité de Santé (Figure 13, Figure 14 et Figure 15). Certaines ne sont plus trop utilisées car plus remboursées par l'Assurance Maladie ou si une autre molécule possède les mêmes effets thérapeutiques avec moins de contraintes.

Commercialisés en France	DCI	Nom commercial	Action physiologique principale	Avantages	Effets indésirables	Recommandations et contre-indication				
Sulfamides hypoglycémisants	Glibépride	AMAREL®	Augmente la sécrétion pancréatique d'insuline	Diminue le risque micro-vasculaire	Hypoglycémie. Prise de poids.	Prise avant un repas comportant des sucres lents pour éviter l'hypoglycémie. Posologie à augmenter progressivement par paliers. Les doses doivent être réduites en cas d'insuffisance rénale ou chez le sujet âgé. Contre indiqué dans l'insuffisance rénale chronique CI <30 mL/min et l'insuffisance hépatique sévère. Interactions médicamenteuses avec le miconazole, les anticoagulants, les autres antidiabétiques, les bêtabloquants, les AINS, certains IEC...				
							GLUCOPHAGE®	Inhibe la néoglucogénèse et la glycogénolyse. Augmente la sensibilité à l'insuline au niveau musculaire. Retarde l'absorption intestinale du glucose.	Pas de prise de poids, pas d'hypoglycémie.	Effets indésirables gastro-intestinaux (diarrhées, douleurs abdominales, nausées). Goût métallique en bouche. Risque d'acidose lactique.
							STAGID®			
							DAONIL® HEMIDAONIL®			
Sulfamides hypoglycémisants + Biguanides	Glibenclamide + Metformine	GLUCOVANCE®	Les mêmes que les Biguanides et les sulfamides.							

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (1/3)

Commercialisés en France	DCI	Nom commercial	Action physiologique principale	Avantages	Effets indésirables	Recommandations et contre-indication
Inhibiteurs des α -glucosidases	Acarbose	GLUCOR®	Ralentit la digestion et l'absorption des glucides.	Diminution de l'hyperglycémie postprandiale, sans entraîner d'hyperinsulinémie ni de modification de poids.	Effets indésirables gastro-intestinaux.	Contre indiqué dans l'insuffisance rénale chronique CI <25 mL/min, dans l'insuffisance hépatique sévère et dans les maladies de l'appareil digestif (MICI). Interactions médicamenteuses avec le charbon, la digoxine, la colestyramine..
	Miglitol	DIABTABOL®				
Inhibiteurs des DPP4 (-gliptines)	Sitagliptine	JANUVIA® XELEVIA®	Augmente la sécrétion d'insuline de façon glucose-dépendante et diminue la sécrétion de glucagon.	Pas d'hyperglycémie.	Effets indésirables gastro-intestinaux. Risque de pancréatite.	Les doses doivent être adaptées en cas d'insuffisance rénale. La vildagliptine ne doit pas être utilisée dans l'insuffisance hépatique. La saxagliptine n'est pas recommandée si l'insuffisance hépatique est sévère. La sitagliptine ne nécessite pas d'adaptation posologique en cas d'insuffisance hépatique légère à modérée.
	Vildagliptine	GALVUS®				
	Saxagliptine	ONGLYZA®				
Inhibiteurs des DPP4 (-gliptines) + Biguanides	Straglipitine + Metformine	JANUMET® VELMETIA®	Les mêmes que les Biguanides et les Inhibiteurs des DPP4.			
	Vildagliptine + Metformine	EUCREAS®				
	Saxagliptine + Metformine	KOMBOGLYZE®				

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (2/3)

Commercialisés en France	DCI	Norm commercial	Action physiologique principale	Avantages	Effets indésirables	Recommandations et contre-indication
Les incrétonomimétiques : Analogues du GLP-1	Exénatide	BYETTA® BYDUREON®	Augmente la sécrétion d'insuline de façon glucose-dépendante et diminue la sécrétion de glucagon. Ralentit la vidange gastrique. Induit une sensation de satiété.	Pas d'hypoglycémie. Réduction du poids.	Effets indésirables gastro-intestinaux. Pancréatites aiguës.	Conservation au réfrigérateur avant ouverture puis 30 jours à température ambiante. Interactions médicamenteuses : médicaments à marges thérapeutiques étroite du fait du ralentissement de la vidange gastrique. Interaction avec la coumadine (perturbation de l'INR). Le BYDUREON®, le TRULICITY® et l'OZEMPIC® s'injectent une fois par semaine.
	Liraglutide Dulaglutide	VITCOZA® TRULICITY®				
Analogues du GLP-1 + Insulines	Liraglutide + Insuline	XULTOPHY®				Ceux des analogues du GLP-1
	Dapagliflozine Empagliflozine	FORXIGA® JARDIANCE®	Diminue la réabsorption rénale du glucose, ce qui augmente la glucosurie et diminue la glycémie.		Hypoglycémie. Augmentation du risque d'infection urinaire.	Un suivi de la fonction rénale est recommandé. Doit être arrêté dans l'insuffisance rénale chronique Cl <45 mL/min. Augmente le risque d'hypotension et de déplétion volémique. Précaution d'emploi avec les diurétiques.
Inhibiteurs du SGLT2						

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des différents antidiabétiques (3/3)

3. Suivi biologique et ses objectifs

a) L'hémoglobine glyquée (29)

Le glucose est une molécule très énergétique mais c'est une molécule très agressive. Il va se fixer sur tout ce qui est protéines, lipides et induit des actions délétères. Il va se fixer sur l'hémoglobine HbA1 par un processus non enzymatique qui est une glycation. L'intensité de la glycation dépend de la glycémie et de la durée de vie de l'hémoglobine.

La durée de vie de l'hémoglobine HbA1 est de 120 jours donc l'hémoglobine glyquée HbA1c, que l'on appelle mémoire glycémique est un bon reflet de la glycémie au long court. C'est un marqueur rétrospectif des glycémies.

Selon la HAS, pour le diabète de type 1, l'objectif est de maintenir l'HbA1c à moins de 7,5 % (glycémie considérée comme bien équilibrée, à moduler par le spécialiste selon les patients et les situations particulières), en prenant en compte le risque hypoglycémique.

Pour le diabète de type 2, on va individualiser le patient selon son profil (Figure 16) :

Profil du patient		HbA1c cible
Cas général	La plupart des patients avec DT2	≤ 7 %
	DT2 nouvellement diagnostiqué, dont l'espérance de vie est > 15 ans et sans antécédent cardio-vasculaire	≤ 6,5 % ¹
	DT2 : <ul style="list-style-type: none"> avec comorbidité grave avérée et/ou une espérance de vie limitée (< 5 ans) ou avec des complications macrovasculaires évoluées ou ayant une longue durée d'évolution du diabète (> 10 ans) et pour lesquels la cible de 7 % s'avère difficile à atteindre car l'intensification médicamenteuse provoque des hypoglycémies sévères 	≤ 8 %
Personnes âgées	Dites « vigoureuses », dont l'espérance de vie est jugée satisfaisante	≤ 7 %
	Dites « fragiles », à l'état de santé intermédiaire et à risque de basculer dans la catégorie des malades	≤ 8 %
	Dites « malades », dépendantes, en mauvais état de santé en raison d'une polyopathie chronique évoluée génératrice de handicaps et d'un isolement social	< 9 % et/ou glycémies capillaires préprandiales entre 1 et 2 g/l
Patients avec antécédents (ATCD) cardio-vasculaires	Patients avec ATCD de complication macrovasculaire considérée comme non évoluée	≤ 7 %
	Patients avec ATCD de complication macrovasculaire considérée comme évoluée : <ul style="list-style-type: none"> infarctus du myocarde (IDM) avec insuffisance cardiaque atteinte coronarienne sévère (tronc commun ou atteinte tritrunculaire ou atteinte de l'interventriculaire antérieur [IVA] proximal) atteinte polyartérielle (au moins deux territoires artériels symptomatiques) artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) symptomatique accident vasculaire cérébral récent (< 6 mois) 	≤ 8 %
Patients avec insuffisance rénale chronique (IRC)	IRC modérée (stades 3A ² et 3B)	≤ 7 %
	IRC sévère ou terminale (stades 4 et 5)	≤ 8 %
Patientes enceintes ou envisageant de l'être	Avant d'envisager la grossesse	< 6,5 %
	Durant la grossesse	< 6,5 % et glycémies < 0,95 g/l à jeun et < 1,20 g/l en post-prandial à 2 heures

1. Sous réserve d'être atteint par la mise en œuvre ou le renforcement des mesures hygiéno-diététiques puis, en cas d'échec, par une monothérapie orale (metformine, voire inhibiteurs des alphaglucosidases).

2. Stades 3A : DFG entre 45 et 59 ml/min/1,73 m², 3B : DFG entre 30 et 44 ml/min/1,73 m², stades 4 : entre 15 et 29 ml/min/1,73 m² et 5 : < 15 ml/min/1,73 m².

Figure 16 : Objectifs glycémiques selon le profil du patient

b) Autosurveillance glycémique

Le maintien de l'équilibre glycémique est le principal objectif de la prise en charge du diabète. C'est le patient lui-même qui va surveiller sa glycémie. Cela va concerner en premier lieu les sujets traités par insuline qui en fonction du résultat sur le lecteur de glycémie vont savoir s'ils doivent s'injecter ou pas de l'insuline. Cela va leur permettre d'adapter les doses d'insuline afin d'atteindre l'équilibre glycémique qui a été défini par leur médecin.

c) Bilan lipidique

Une augmentation des taux de lipides dans le sang est asymptomatique. Elle peut donc passer inaperçue. C'est pour cette raison qu'un bilan est régulièrement prescrit. Il comprend le cholestérol total, les HDL-cholestérol (High Density Lipoproteins, le bon cholestérol), le LDL-cholestérol (Low Density Lipoproteins, le mauvais cholestérol) et les triglycérides.

Ce bilan doit être réalisé par tous les patients une fois par an. Les objectifs diffèrent selon le nombre de facteurs de risques cardiovasculaires, de l'âge du patient, des antécédents de maladies cardiovasculaires, d'une hypertension artérielle, d'une atteinte rénale, d'un taux de HDL-cholestérol trop bas ou si le patient est un fumeur.

d) La microalbuminurie

La microalbuminurie traduit la présence en quantité anormale d'albumine dans les urines. C'est un marqueur qui est précoce et réversible. Son évaluation permet le dépistage de la néphropathie débutante. La microalbuminurie est définie comme une excrétion d'albumine intermédiaire entre la normale (< 30 mg/24h) et la macroalbuminurie (> 300 mg/24h). Au-delà de 30 mg/24h, le résultat doit être confirmé à deux reprises.

4. Suivi médical (9)

Les complications du diabète se développent de manière silencieuse. Il est donc indispensable de réaliser régulièrement des examens pour les détecter et les prévenir. Le suivi médical du diabète est pluridisciplinaire. Le médecin généraliste a pour rôle la prévention et le dépistage. Comme il connaît les antécédents médicaux il saura aiguiller le patient vers les spécialistes si cela est nécessaire. Un suivi rigoureux de la glycémie, du poids, de la tension artérielle, des pieds, de la rétine, de la fonction rénale, des dents et lipides doit être réalisé.

a) Endocrinologue

L'objectif est de faire un point sur le traitement, l'alimentation ou l'activité physique. L'endocrinologue sera consulté en cas de déséquilibre de la maladie ainsi que pour dépister et traiter les complications. Le suivi se fait tous les 3, 6 ou 12 mois.

b) Bilan cardiologique

L'examen réalisé est un électrocardiogramme pratiqué au repos. Il dépiste d'éventuelles maladies cardiaques. Un bilan plus approfondi comme un test à l'effort peut être réalisé tous les 3 ans, en fonction des résultats des lipides sanguins et du tabagisme. Le contrôle de la tension artérielle permet d'éviter les accidents vasculaires. Ce contrôle peut se faire par auto mesure via un tensiomètre.

c) Suivi ophtalmologique (11)

L'examen ophtalmologique se fait au moment du diagnostic puis tous les 2 ans, ou tous les ans s'il y a une rétinopathie diabétique. Un examen régulier du fond d'œil permet de dépister une rétinopathie avant l'apparition de symptômes et d'en assurer la prise en charge et le suivi.

d) Suivi de neuropathie diabétique (13)

La neuropathie débutante est souvent silencieuse et doit être recherchée activement. En particulier, l'examen des pieds est aussi important et systématique en consultation de diabétologie que l'auscultation cardiaque en cardiologie.

e) Suivi néphrologique (12) (8)

En cas de diabète de type 1 sans néphropathie connue, on va rechercher une protéinurie par bandelette urinaire (celle-ci peut mettre en évidence une hématurie ou une infection urinaire qui peut fausser le résultat pour l'interprétation). Si la protéinurie est absente sur les analyses d'urine de contrôle, ce dosage est nécessaire en commençant dès 5 ans après le diagnostic et au moins 1 fois/an par la suite. Le patient atteint de diabète de type 2 doit faire l'objet d'un bilan au moment du diagnostic et annuellement par la suite.

Dans le diabète de type 1, une microalbuminurie va témoigner d'une néphropathie débutante.

Le marqueur de l'insuffisance rénale est la créatininémie qui nous permet de mesurer la clairance de la créatinine et d'évaluer le stade de l'insuffisance rénale. On la mesure avec la formule de Cockcroft et Gault (Figure 17) :

Clairance de créatinine estimée selon formule de Cockcroft et Gault:

$$C \text{ (mL/min)} = \frac{[140 - \text{âge (année)}] \times \text{poids (Kg)} \times K}{\text{créatinémie } (\mu\text{mol/L})} \times \frac{1.73}{S}$$

K=1.23 chez l'homme
K=1.04 chez la femme

Figure 17 : Formule de Cockcroft et Gault

Un résultat de clairance inférieur à 60 mL/min est le signe d'une insuffisance rénale.

L'atteinte rénale du diabète est indolore, il n'y a pas de signes d'alerte, seule l'analyse des urines permet de la mettre en évidence. La prévention repose sur l'équilibre glycémique et la maîtrise des facteurs de risque associés comme l'hypertension artérielle ou le tabagisme.

II. L'éducation thérapeutique

A. L'autosurveillance glycémique

1. Définition

Le maintien de l'équilibre glycémique est le principal objectif de la prise en charge du diabète. L'autosurveillance glycémique (ASG) consiste à mesurer soi-même sa glycémie. Elle est réalisée le plus souvent à partir d'une goutte de sang prélevée à l'extrémité d'un doigt. Ce prélèvement ne se fait ni sur l'index ni sur le pouce et il se fait sur la partie latérale du doigt car moins innervée et moins sensible.

L'autosurveillance est systématique dans le diabète de type 1 et dans le diabète de type 2 insulino-dépendant. Elle permet d'ajuster la quantité d'insuline en fonction de la glycémie. Ces contrôles sont faits au moins 4 fois par jour si l'insulinothérapie comprend plus d'une injection par jour et 2 à 4 fois par jour si elle n'en comprend qu'une seule. Elle est également recommandée dans le diabète de type 2 pour les patients qui sont traités par des médicaments insulinosécréteurs et dans le diabète gestationnel.

Les objectifs glycémiques et le rythme de l'autosurveillance glycémique diffèrent selon l'indication (Figure 18, Figure 19 et Figure 20).

Le diabète de type 1 :

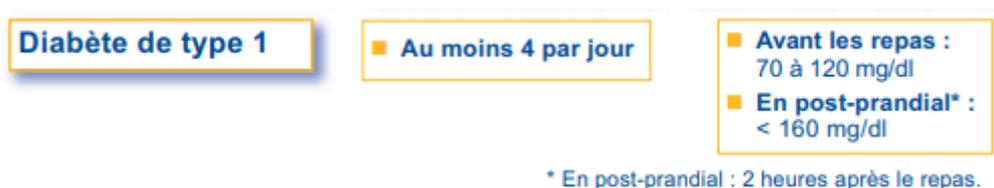


Figure 18 : Recommandations de l'ASG dans le diabète de type 1 (30)

Le diabète de type 2 :

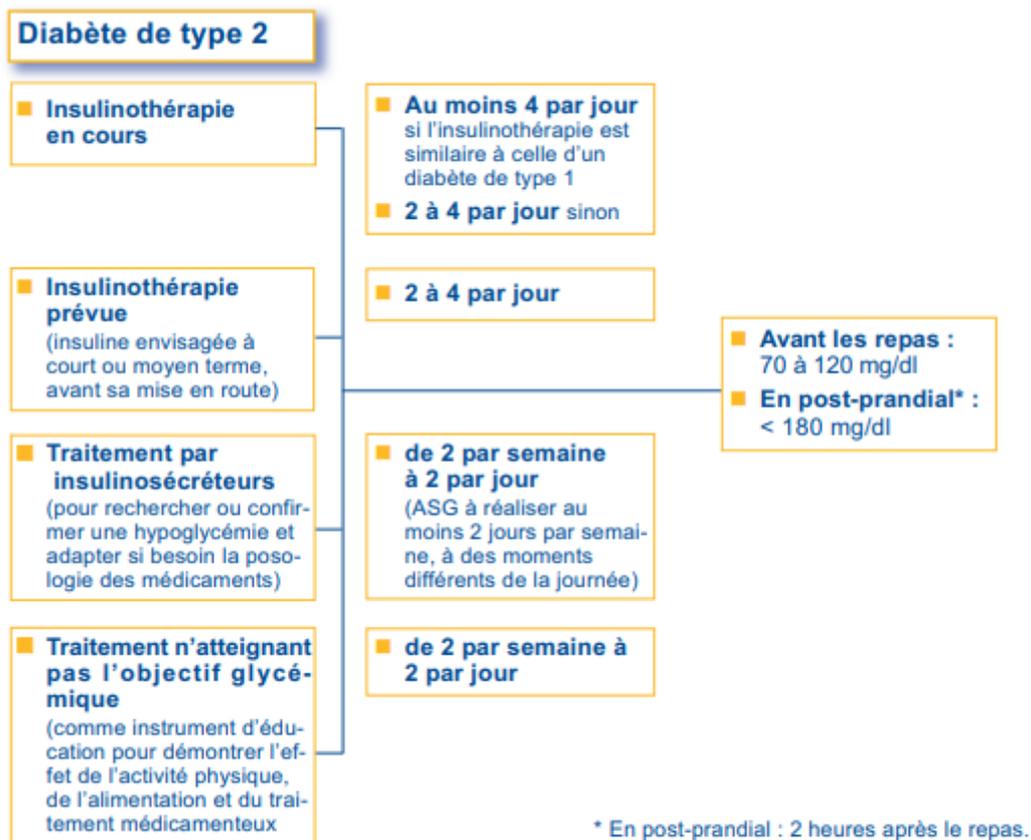


Figure 19 : Recommandations de l'ASG dans le diabète de type 2 (30)

Le diabète gestationnel :



Figure 20 : Recommandations de l'ASG dans le diabète gestationnel (30)

2. Matériel

Un système d'autosurveillance glycémique est constitué d'un lecteur de glycémie, des réactifs associés (électrodes, bandelettes ou capteurs) et d'un autopiqueur. Il faut y ajouter un carnet de surveillance pour noter les résultats et d'un collecteur DASTRI® pour les déchets de soins à risques infectieux, c'est-à-dire les lancettes, les barillets, les aiguilles, les électrodes et les bandelettes.

a) Autopiqueurs

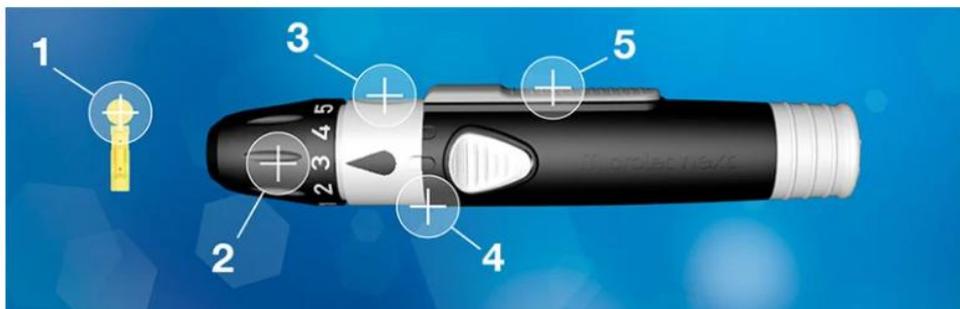
Les autopiqueurs sont remboursés au maximum une fois par an pour les adultes et 2 fois par an pour les enfants. Ils sont garantis 1 an. Ils permettent, avec une aiguille, de se piquer afin de récupérer une goutte de sang pour mesurer la glycémie. Il en existe plusieurs modèles avec des spécificités différentes.

(1) A lancettes

Il s'agit d'un dispositif médical qui a la forme d'un stylo et dans lequel on insère une lancette. Ces lancettes sont constituées d'une aiguille jetable à usage unique. Chaque stylo a sa lancette spécifique comme par exemple la lancette MICROLET® (Figure 21) qui n'est compatible qu'avec le stylo MICROLET®NEXT (Figure 22).



Figure 21 : Lancettes MICROLET®(31)



1. Utilisez les lancettes éprouvées MICROLET® recouvertes d'une couche de silicone pour une pénétration en douceur à travers la peau
2. Un capuchon verrouillable empêche un déclenchement involontaire
3. Cinq niveaux de réglages clairement lisibles pour la profondeur de la ponction
4. Un mécanisme facilement réglable, qui ne provoque guère de bruit
5. Bouton d'éjection facile d'emploi pour les lancettes utilisées

Figure 22 : Stylo MICROLET®NEXT (31)

Ce stylo a 5 niveaux de profondeur selon le site de prélèvement et le type de peau de la personne.

Utilisation du stylo autopiqueur MICROLET® : (32)

- Déverrouillez le stylo pour enlever le capuchon.
- Insérez la lancette dans le porte-lancette jusqu'au fond, puis enlevez l'embout protecteur, laissant apparaître l'aiguille.
- Remettez le capuchon du stylo et verrouillez-le.
- Choisissez la profondeur de la pénétration de 1 à 5 (1 étant le plus faible).
- Armez le stylo en tirant sur le mécanisme d'armement.
- Appliquez le stylo sur le côté du doigt et appuyez sur le bouton de déclenchement.
- Reprenez l'embout protecteur de la lancette et piquez l'aiguille dedans afin de la protéger.
- Ejectez la lancette avec le bouton d'éjection dans un collecteur DASTRI®.

Il existe plusieurs marques de stylo autopiqueur qui fonctionnent avec leurs propres lancettes. Le principe et le fonctionnement sont similaires à celui-ci.

(2) A barillet

La différence avec le stylo précédant est que dans celui-ci on n'ajoute pas une lancette mais un barillet contenant 6 lancettes invisibles évitant alors à la personne qui l'utilise de se piquer. Une fois utilisé, une bague rouge apparaît sur le barillet et il ne peut plus être utilisé (Figure 23).



Figure 23 : Barillet ACCU-CHEK® FastClix (33)

Ce barillet n'est compatible qu'avec le stylo ACCU-CHEK® FastClix (Figure 24).



Figure 24 : Stylo autopiqueur ACCU-CHEK® FastClix (33)

Ce stylo comporte 11 profondeurs de piqûres.

Utilisation du stylo autopiqueur ACCU-CHEK® FastClix : (34)

- Enlevez l'embout de l'autopiqueur en tirant dessus.
- Insérez un barillet neuf (partie blanche en premier) jusqu'au clic. Puis replacez l'embout. La fenêtre de visualisation des lancettes affiche « 6 » soit 6 lancettes neuves prêtes à l'emploi. Elle permet de voir le nombre de lancettes restantes.
- Sélectionnez une des 11 profondeurs de piqûre (de 0,5 à 5,5 soit 0,7 à 2,2 mm) en tournant la bague de sélection.
- Pour obtenir une microgoutte de sang, appuyez sur l'extrémité de l'autopiqueur comme pour un stylo.
- Pour changer de lancette, actionnez le levier d'avant en arrière. Celle-ci sera armée.
- Lorsque la fenêtre de visualisation des lancettes affiche « 1 », enlevez l'embout de l'autopiqueur en tirant dessus, une fois la dernière lancette utilisée.
- Retirez le barillet usagé (bague rouge) en toute sécurité. Jetez-le dans un collecteur DASTRI®. Puis insérez un nouveau barillet. Il est impossible de réinsérer un barillet usagé.

C'est le seul stylo avec un barillet actuellement commercialisé.

(3) A usage unique

Contrairement aux stylos, les autopiqueurs à usage unique se jettent à chaque utilisation. Ils sont composés d'une seule pièce avec une lancette à l'intérieur. Il n'y a pas besoin de les armer, ils sont directement prêts à l'emploi. L'aiguille à l'intérieur se rétracte après utilisation pour que la personne ne puisse se blesser. Une fois le système déclenché, l'autopiqueur ne peut pas être réutilisé. Il existe plusieurs laboratoires qui les commercialisent comme par exemples les lancettes BD Microtainer® Contact (Figure 25).



Figure 25 : Lancettes BD Microtainer® Contact (35)

Utilisation de la lancette autopiqueur BD Microtainer® Contact :

- Enlevez le bouchon protecteur en tournant.
- Placez la lancette sur le côté du doigt.
- Appuyez avec la lancette : elle s'active automatiquement lorsqu'une pression suffisante est exercée sur la peau.
- Jetez l'autopiqueur dans un collecteur DASTRI®.

La profondeur de pénétration n'est pas réglable contrairement à l'ACCU-CHEK® Safe-T-Pro Plus (Figure 26) qui possède trois profondeurs de piqûres (1,3/1,8/2,3 mm). Le système de déclenchement n'est pas le même, il possède un système d'activation par bouton presseur.



Figure 26 : Piqueur ACCU-CHEK® Safe-T-Pro (36)

Utilisation du piqueur ACCU-CHEK® Safe-T-Pro : (37)

- Enlevez le manchon stérile.
- Sélectionnez la profondeur de la piqûre désirée en tournant la bague mauve.
- Placez la lancette sur le côté du doigt. Appuyez sur le bouton presseur.
- Jetez l'autopiqueur dans un collecteur DASTRI®.

Ils sont peu utilisés chez les personnes diabétiques. Néanmoins dans les structures de santé, que ce soit en ville ou à l'hôpital, ces autopiqueurs sont utilisés à des fins de dépistages. En effet, il n'y a pas de risques de contamination et leur utilisation est facile et rapide.

b) Lecteurs et bandelettes

Le lecteur de glycémie permet de mesurer son taux de sucre dans le sang grâce à une bandelette que l'on insère et sur laquelle on dépose une goutte de sang prélevée comme on l'a vu dans les méthodes précédentes.

(1) Les différents lecteurs

Il existe plusieurs laboratoires qui commercialisent des lecteurs de glycémies. Voici en exemple deux lecteurs du laboratoire Roche : le lecteur ACCU-CHEK® Guide et le lecteur ACCU-CHEK® Mobile.

(a) Le lecteur ACCU-CHEK® Guide (38)

C'est un lecteur compact (L 80 x l 47 x H 20 mm pour 40 g) et facile d'utilisation (Figure 27). Il enregistre 720 résultats de glycémie permettant un bon suivi pour le patient. Seulement 0,6 µL de sang suffit pour obtenir un résultat en 4 secondes. Il est prêt à l'emploi dès son allumage et s'éteint automatiquement après 90 secondes. Il est compatible avec les bandelettes ACCU-CHEK® Guide. Il peut être connecté en Bluetooth® à un smartphone afin de le relier à l'application Gluci-Chek®.



Figure 27 : Lecteur ACCU-CHEK® Guide (38)

Utilisation du lecteur ACCU-CHEK® Guide :

- Insérez une bandelette ACCU-CHEK® Guide dans le lecteur en respectant le sens indiqué par la flèche. Le lecteur s'allume automatiquement.
- A l'aide d'un autopiqueur, placez la goutte de sang sur l'extrémité jaune de la bandelette. Enlevez le doigt une fois que le message « Mesure en cours » apparaît sur l'écran.
- Le résultat s'affiche à l'écran au bout de 4 secondes.
- Pour éjecter la bandelette du lecteur, appuyez sur bouton latéral. La bandelette est à jeter dans un collecteur DASTRI®.

(b) Le lecteur ACCU-CHEK® Mobile (39)

C'est un lecteur de glycémie tout-en-un (Figure 29) comprenant un autopiqueur ACCU-CHEK® FastClix (Figure 24) et une cassette (Figure 28) pouvant mesurer 50 glycémies. Cette cassette remplace les bandelettes de glycémie.



Figure 28 : Cassette ACCU-CHEK® mobile (39)

Le lecteur est plus lourd et plus grand que le lecteur vu précédemment (L 121 x l 63 x H 20 mm pour 129 g, autopiqueur et cassette inclus). Il a une mémoire permettant de garder 2000 résultats avec l'heure et la date. On obtient le résultat au bout de 5 secondes pour seulement 0.3 µL de sang. Il n'est pas connecté en Bluetooth® de base, mais avec l'ajout d'un adaptateur, l'appareil peut être relié à un smartphone et l'application Gluci-Chek®.



Figure 29 : Lecteur ACCU-CHEK® Mobile (39)

Utilisation du lecteur ACCU-CHEK® Mobile :

- Ouvrez le capuchon de protection, ouvrez le capot arrière et insérez une cassette ACCU-CHEK® mobile puis refermez le capuchon de protection. Elle sera en place pour 50 tests glycémiques.
- Ouvrez le capuchon de protection situé en bas de l'appareil. Le nombre de tests disponibles apparaît à l'écran.
- A l'aide de l'autopiqueur, placez la goutte de sang au centre de la zone réactive.
- Le résultat apparaît, refermez le capuchon et le lecteur s'éteint.

Avec ce système de cassette et le stylo autopiqueur ACCU-CHEK® FastClix et son barillet, il n'y a pas de déchet à jeter après chaque glycémie capillaire.

(2) Prise en charge

La prise en charge des lecteurs de glycémie est plafonnée à un lecteur tous les 4 ans chez l'adulte et deux lecteurs tous les 4 ans chez l'enfant. La plupart des lecteurs sont garantis 4 ans par le constructeur. (40)

c) Applications

Pour faciliter la prise en charge du diabète, des laboratoires comme Roche, Sanofi ou Abbott ont développé avec des équipes médicales et des patients des applications mobiles. Elles vont être un outil supplémentaire pour aider les patients dans la vie de tous les jours.

Gluci-Chek® du laboratoire Roche : (41) Cette application peut être couplée avec le lecteur ACCU-CHEK® Mobile et le lecteur ACCU-CHEK® Guide afin d'y télécharger les résultats des glycémies réalisées et de les synchroniser avec un professionnel de santé. On peut visualiser l'évolution des glycémies et contrôler l'atteinte des objectifs.

C'est un journal d'autosurveillance glycémique qui permet d'enregistrer les repas, les mesures de glycémie et les doses d'insulines injectées. Pour une meilleure interprétation des résultats, l'application permet également d'ajouter des notes personnalisées et des tags à chacune des mesures glycémiques et des doses d'insuline enregistrées.

Elle permet aussi de composer un repas et d'évaluer la quantité de glucides parmi plus de 700 aliments. Il y a des informations nutritionnelles (énergie, glucides, protéines, lipides..) et des conseils diététiques.

Mon Glucompteur® du laboratoire Sanofi : (42) Cette application permet de calculer les glucides d'un repas. Elle peut également estimer l'apport en graisse, les calories, le sel et l'index glycémique d'un repas. Il y a plus de 700 aliments répertoriés dont une rubrique « Aliments du monde » avec un large choix d'aliments d'horizons différents. Il y a une rubrique « Mes équivalents visuels » qui permet aux utilisateurs de mieux visualiser une quantité d'aliment dans une assiette.

FreeStyle LibreLink® et LibreLinkUp® du laboratoire Abbott : (43) (44) L'application FreeStyle LibreLink® permet de scanner (si le téléphone portable est compatible) le capteur de glucose FreeStyle Libre® et d'avoir les résultats sur son smartphone comme avec le lecteur FreeStyle Libre®. LibreLinkUp® permet de visualiser à distance les résultats d'un proche utilisant FreeStyle LibreLink®.

3. Les étapes de l'autosurveillance glycémique (45) (46) (47)

a) La préparation :

Dans un premier temps, il faut se laver les mains avec de l'eau savonneuse chaude. Il ne faut pas utiliser ni d'alcool, ni de solution hydroalcoobnolique, ni de désinfectant. L'eau chaude va permettre de faire une vasodilatation des capillaires et d'avoir une belle goutte de sang. Bien se sécher les mains pour éviter une hémodilution. Pour augmenter l'afflux sanguin, il est possible de secouer la main de haut en bas et de masser de la paume de la main jusqu'à l'extrémité du doigt choisi.

b) Le site de prélèvement :

Il ne faut pas choisir les doigts de la pince, le pouce et l'index, car ils sont souvent sollicités pour les activités manuelles. Les piqûres répétées sur les doigts conduisent à une perte de sensibilité. Or le diabète au long terme, peut provoquer une cécité et ces deux doigts sont utilisés pour lire le braille.

Le prélèvement se fait sur la partie latérale du doigt car moins sensible. Il est préférable d'alterner main droite et main gauche et de faire une rotation des doigts.

c) Le prélèvement

Comme on l'a vu dans la partie sur les Autopiqueurs (page 46), le prélèvement diffère selon le type d'appareil. Au final on obtient une goutte de sang permettant d'être lue dans un lecteur de glycémie. L'utilisation du lecteur est également différente selon l'appareil du patient (cf : Les différents lecteurs page 50). L'exemple suivant ne rentre pas dans les détails d'utilisation ni des autopiqueurs ni des lecteurs :

- Une fois les mains lavées, faites affluer le sang dans la main choisie.
- Insérez la bandelette dans le lecteur.
- Réglez et appliquez l'autopiqueur sur le site de prélèvement choisi.
- Piquez le doigt sur la partie latérale.
- Massez le doigt si la circulation est difficile.
- Apposez la goutte de sang sur la partie de la bandelette prévue à cet effet.
- Désinfectez la zone prélevée.
- Lisez la glycémie sur le lecteur et notez le résultat dans le carnet de surveillance.
- Jetez la bandelette et la partie jetable de l'autopiqueur dans le collecteur DASTRI®.

d) Effets indésirables

Du fait des prélèvements répétés, tous les jours, pendant des années, des modifications cutanées apparaissent. On observe des kératoses, des callosités et des épaissements de la peau.

La peau est une barrière protectrice contre les infections. Lors des glycémies capillaires, la peau est traversée par une aiguille stérile mais cela augmente quand même le risque infectieux. Pour éviter toute infection locale ou systémique, il faut bien laver à l'eau savonneuse la zone de prélèvement et utiliser du matériel à usage unique.

Les aiguilles des autopiqueurs et leurs technologies sont continuellement améliorées pour limiter les douleurs lors de la pénétration de l'aiguille dans la peau. La pique est peu douloureuse mais à force de répétitions, le patient peut espacer ses glycémies capillaires au détriment de sa santé. Pour limiter ces douleurs, il faut bien prélever dans les zones latérales moins innervées et changer l'autopiqueur tous les ans car celui-ci s'abîme.

Si le patient se pique dans la pulpe (zone qui doit être évitée) qui est plus innervée, cela sera douloureux.

Au bout de nombreuses années de prélèvement, il peut apparaître une perte de sensibilité au bout des doigts. C'est pour cela qu'il est préconisé de ne pas utiliser les doigts de la pince au cas où le patient aurait besoin de lire le braille à cause d'une cécité provoqué par sa maladie.

Pour les personnes qui ont peur des aiguilles visibles des lancettes et qui par conséquent ne font pas de contrôle de glycémie, l'utilisation d'autopiqueurs jetables ou à barillet peut les aider à surmonter cette crainte.

e) Interprétation des résultats (30)

Les lecteurs de glycémies sont étalonnés en mg/dL. La correspondance entre les unités mg/dL et g/L est : $100 \text{ mg/dL} = 1 \text{ g/L}$.

Si sur le lecteur « LO » apparaît, la glycémie est $< 2 \text{ g/L}$, c'est une urgence, il faut se resucrer et se contrôler 20 minutes plus tard. Si sur le lecteur « HI » apparaît, la glycémie est $> 6 \text{ g/L}$, il faut s'injecter de l'insuline rapide et contrôler deux heures plus tard.

En fonction du type de diabète, les objectifs glycémique ne sont pas les mêmes.

- Pour un diabétique de type 1, la glycémie doit être avant les repas (à jeun) entre 70 et 120 mg/dL. De plus elle doit être $< 160 \text{ mg/dL}$ en postprandial (deux heures après le repas).
- Pour un diabétique de type 2, la glycémie doit être avant le repas entre 70 et 120 mg/dL et $< 180 \text{ mg/dL}$ en postprandial.
- Pour un diabète gestationnel, la glycémie de la patiente doit être $< 95 \text{ mg/dL}$ et $< 120 \text{ mg/dL}$ en postprandial.

Il est important de noter ses résultats obtenus, soit dans un cahier de surveillance glycémique, soit dans son smartphone ou en téléchargeant les données de son lecteur sur son ordinateur pour les partager avec le professionnel de santé qui fait le suivi.

B. Education du patient à l'officine

1. Les conseils aux patients (48) (21) (49) (45)

Les régions d'injections de l'insuline :

Il faut choisir une zone où entre la peau et le muscle on ait une bonne couche de tissu sous-cutané. On a le choix entre les cuisses, l'arrière des bras, l'abdomen et le haut des fesses (Figure 30).

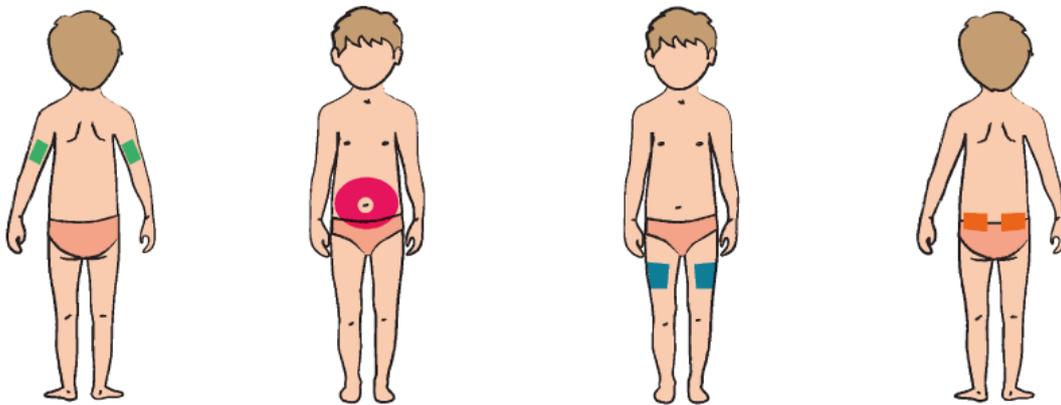


Figure 30 : Les sites d'injection de l'insuline (49)

L'absorption de l'insuline peut varier en fonction de plusieurs facteurs, dont la région d'injection utilisée. L'insuline est absorbée plus rapidement au niveau de l'abdomen alors que l'absorption est moyenne au niveau des bras et des cuisses. Les fesses ont un taux d'absorption plus lent.

La rotation des régions et des sites d'injection :

Si l'on choisit le même endroit à de nombreuses reprises, il peut y avoir un épaissement du tissu adipeux sous-cutané. Il s'agit d'une complication appelée lipohypertrophie. Cela va réduire l'absorption de l'insuline. Il faut donc changer de site d'injection. De même, il ne faut pas injecter dans une anomalie de la peau, comme une cicatrice, un grain de beauté etc...

L'absorption de l'insuline est différente d'une région anatomique à l'autre. Il vaut mieux conserver la même zone par heure d'injection. Il est préférable de définir des zones d'injections en fonction des jours de la semaine également. Voici en exemple sur la Figure 31 différents schémas de rotation de site d'injection.

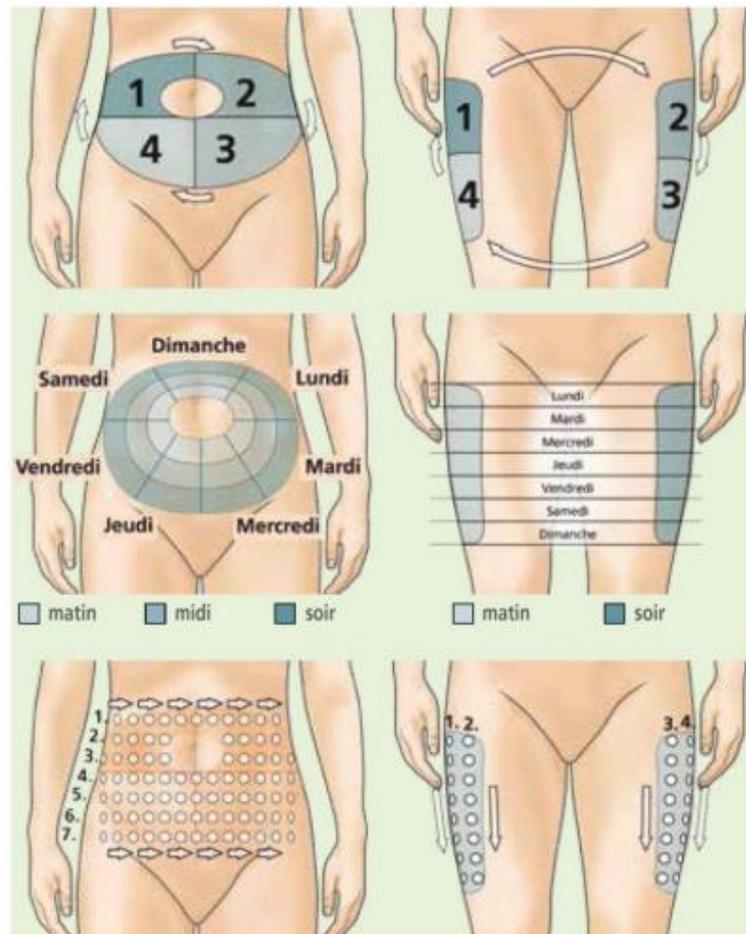


Figure 31 : Schéma de rotation sur l'abdomen et les cuisses (21)

La préparation avant l'injection :

Ce sont des règles basiques mais qu'il est nécessaire de respecter pour limiter le risque infectieux et pour avoir la bonne quantité d'insuline souhaitée. Avant toute manipulation, il faut bien se laver les mains et le site d'injection à l'eau savonneuse. Si la zone du site d'injection est désinfectée avec de l'alcool, il faut attendre que ce dernier ait entièrement séché. Il faut également vérifier que la date de péremption ne soit pas dépassée et que la cartouche (ou flacon) soit en bon état. Si c'est une insuline laiteuse, il faut remettre en suspension le produit en retournant doucement (sans agiter) le stylo (ou le flacon) une dizaine de fois.

Avant chaque injection, une purge du stylo doit être réalisée. Cela permet d'éliminer les bulles d'air présentes dans la cartouche ou dans l'aiguille, et de vérifier si l'aiguille est en bon état ainsi que le bon fonctionnement du système. Pour se faire, il suffit de régler 2 unités sur le stylo, de le tenir vers le haut et de le tapoter pour faire remonter les bulles. Ensuite, il faut appuyer jusqu'à 0 : le stylo est purgé lorsqu'une goutte apparaît à l'extrémité de l'aiguille. Si ce n'est pas le cas, l'opération doit être répétée jusqu'à 4 fois, sinon l'aiguille doit être changée. Les bulles ne sont pas dangereuses mais entraînent un sous-dosage en insuline.

Le choix des aiguilles :

Il existe 4 tailles d'aiguilles : 4 mm, 5 mm, 8 mm et 12,7 mm (Figure 32). L'aiguille de 12,7 mm est la moins utilisée car elle requiert une technique d'injection plus difficile et contraignante (pli cutané) avec un risque accru de faire une injection intramusculaire. Lors de l'instauration du traitement, il est préférable de prendre la taille la plus petite et d'évaluer par la suite le résultat.

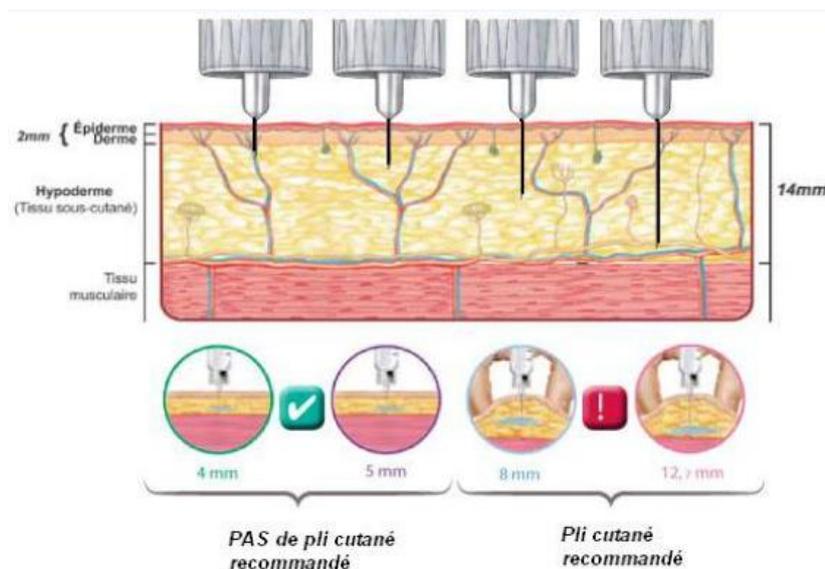


Figure 32 : Les différentes tailles d'aiguilles pour une injection sous-cutanée (45)

La taille est choisie en fonction :

- Du nombre d'unité d'insuline, petite dose = aiguille courte et grande dose = aiguille longue.
- De l'épaisseur du tissu sous-cutané et de la zone d'injection.

Chaque type d'aiguille a ses avantages et ses inconvénients. L'aiguille courte peut induire une perte d'insuline à la fin de l'injection (l'injection ne se fait pas assez profondément alors l'insuline ressort), ce qui entraîne un sous dosage de l'insuline et par la suite un déséquilibre de la glycémie. Il faudra alors prendre la taille au-dessus. A contrario, l'aiguille longue peut induire une injection intramusculaire qui peut former un hématome et qui peut être douloureux. Le muscle étant plus vascularisé, la diffusion de l'insuline sera augmentée et donc entrainera un déséquilibre de la glycémie.

Une aiguille est à usage unique, il faut la jeter après chaque utilisation dans un collecteur DASTRI® afin d'éviter une formation de bulle d'air dans la cartouche ou d'éviter une fuite d'insuline.

Comment reconnaître une hypoglycémie :

L'hypoglycémie est définie par un taux de sucre dans le sang $< 0,6$ g/L. Les signes de l'hypoglycémie peuvent être perçus différemment selon les personnes et avec des sensibilités différentes. L'hypoglycémie est une urgence, il faut savoir la repérer. Elle se manifeste par :

- Une transpiration, des sueurs.
- Des tremblements.
- Une sensation de faim.
- Des vertiges.
- Des comportements inhabituels (nervosité, irritabilité).
- Une vue floue.
- Une pâleur.
- Une fatigue subite avec une sensation de jambe en coton.

Il faut arrêter toute activité, mesurer sa glycémie et se resucrer avec **15 g de glucides rapides**. Cela correspond à trois morceaux de sucres, un jus de fruit 100 % pur jus, un verre de soda non light, une orange, une compote à boire, une cuillère à soupe de confiture ou de miel, 3 bonbons... Puis, il faut contrôler la glycémie au bout de 30 minutes. Il faut toujours avoir sur soi de quoi faire deux resucrages.

Si la personne est inconsciente et à son domicile, il faut lui injecter son GLUCAGEN® et appeler le 15.

L'hypoglycémie peut être due à une activité physique non prévue ou importante, un repas insuffisant ou décalé, un surdosage d'insuline ou à un traitement mal adapté.

Pour éviter les hypoglycémies, il ne faut pas sauter de repas ou de collations. Si le repas est retardé, il faut retarder l'injection d'insuline, éviter l'alcool à jeun et dans le moindre doute, il faut tester sa glycémie.

Comment reconnaître une hyperglycémie :

L'hyperglycémie est définie par un taux de sucre $> 1,26$ g/L à jeun. Les signes évocateurs sont :

- Une augmentation de la fréquence des mictions.
- Une sensation de soif.
- Des nausées et vomissements.
- Une fatigue, des maux de tête et des somnolences.
- Une respiration rapide avec une haleine de pomme de reinette.

Comme on a vu, l'acidocétose est une complication grave du diabète, celle-ci est associée à une présence de corps cétonique dans le sang, les urines et dans les voies respiratoires (haleine de pomme de reinette). Le patient peut utiliser son lecteur de glycémie (s'il est compatible) pour mesurer la cétonémie ou utiliser une bandelette urinaire pour mesurer la cétonurie. Une injection d'insuline rapide est nécessaire pour faire baisser la glycémie.

Conservation de l'insuline :

- **Avant ouverture** : L'insuline doit être conservée dans le réfrigérateur (2 à 10 °C) jusqu'à la date de péremption. Il est conseillé de sortir l'insuline du réfrigérateur une heure avant la première utilisation. Les injections d'insuline froide sont douloureuses et sa libération se fait plus lente.
- **Après ouverture** : L'insuline se conserve à température ambiante (18 à 25°C) un mois après ouverture. Elle se conserve dans son emballage pour qu'elle soit à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Il est préférable de noter la date d'ouverture de l'insuline et de la jeter, même s'il en reste, un mois après l'ouverture. Il ne faut pas utiliser une insuline qui a été congelée car elle perd de son efficacité. Une insuline qui a été exposée à de fortes températures (> 30 °C) perdra de son

efficacité mais reste utilisable si le patient n'a pas d'autre choix : la glycémie sera plus élevée qu'à la normale.

2. Les étapes de l'injection de l'insuline

a) Avec un stylo

- La fixation de l'aiguille sur le stylo :
 - o Prenez une aiguille neuve, enlevez l'opercule.
 - o Alignez le stylo et l'aiguille à l'horizontale, maintenez-la droite pendant la fixation.
 - o Vissez complètement l'aiguille pour ne pas avoir de fuite.
 - o Retirez le capuchon extérieur puis le capuchon intérieur avant utilisation.
- Une fois le stylo prêt avec l'aiguille et purgé, il faut sélectionner le nombre d'unité d'insuline voulue.
- Choisissez la zone d'injection et vérifiez qu'il n'y ait pas de lipodystrophie.
- Si l'aiguille choisie est > 8 mm, il est recommandé de faire un pli cutané (jusqu'au retrait de l'aiguille) pour ne pas faire une injection intramusculaire.
- Injectez en angle droit, sur une peau sans vêtement.
- Injectez l'insuline doucement, et maintenez l'aiguille sous la peau pendant 10 secondes (voire plus si la dose est élevée).
- Retirez le stylo perpendiculairement et ne massez pas la zone d'injection.
- Si le chiffre 0 apparaît, c'est que toute la dose a été injectée, sinon continuez.
- Retirez l'aiguille et jetez-la dans un collecteur DASTRI®.

b) Avec une seringue

Il existe plusieurs seringues, 0,3 mL (30 unités), 0,5 mL (50 unités) et 1 mL (100 unités), avec ou sans aiguille déjà montée.

- Désinfectez le bouchon du flacon avec de l'alcool.
- Ajoutez l'aiguille sur la seringue si celle-ci n'est pas présente.
- Remplissez la seringue d'un volume d'air égal à la dose d'insuline prélevée.
- Injectez l'air dans le haut du flacon, pas dans l'insuline.
- Retournez le flacon, tout en laissant l'aiguille immergée.
- Prélevez doucement le nombre d'unité voulu.

- Vérifiez qu'il n'y ait pas d'air dans la seringue. S'il y en a, chassez les bulles d'air dans le flacon en les faisant remonter en tapotant doucement.
- Retirez la seringue du flacon.
- Injectez en angle droit, sur une peau sans vêtement.
- Injectez l'insuline doucement, et maintenez l'aiguille sous la peau pendant 10 secondes (voire plus si la dose est élevée).
- Retirez la seringue perpendiculairement et ne massez pas la zone d'injection.
- Retirez et jetez la seringue avec l'aiguille dans un collecteur DASTRI®.

Cette pratique est désormais rarement utilisée. Néanmoins les seringues avec un volume supérieur à 1 mL peuvent être utilisées pour le remplissage des réservoirs des pompes à insuline.

III. Le lecteur FreeStyle Libre® et son capteur

Depuis 2014, le laboratoire Abbott commercialise un système flash d'autosurveillance. C'est un dispositif médical innovant, sans pique, sans lancette et sans bandelette. Il suffit de passer son lecteur (ou smartphone compatible) sur le capteur pour réaliser un scan et mesurer son taux de sucre.

A. Matériel

Le système, qui se substitue à l'autosurveillance de la glycémie capillaire, se compose d'un capteur et d'un lecteur.

1. Capteur (50)

Il existe dans le commerce le FreeStyle Libre® 1 et le FreeStyle Libre® 2. Le 2 est remboursé par l'assurance maladie depuis le 1er juin 2021. Il a pour différence d'être plus précis sur les valeurs basses et hautes. Il est surtout doté d'un système d'alarme permettant de mieux signaler les hypoglycémies et les hyperglycémies.

Le capteur a la forme d'un disque de 35 mm de diamètre pour 5 mm d'épaisseur et pèse 5 grammes. Sa pile à l'oxyde d'argent lui confère une autonomie de 14 jours. Sa mémoire de 8 heures lui permet de mesurer le taux de glucose toutes les minutes et d'enregistrer une valeur moyenne toutes les 15 minutes. Il fonctionne entre 10 °C et 45 °C et entre 10 % et 90 % d'humidité sans condensation. Sa certification IP27 lui permet de résister à une immersion sous un mètre d'eau pendant 30 minutes. (Figure 33)



Figure 33 : Le capteur FreeStyle Libre®

En fin d'année 2020, le FreeStyle Libre® 3 a obtenu le marquage CE pour une utilisation en Europe. Il s'agit du capteur le plus petit du monde (taille d'une pièce de 5 centimes d'euro). Ce nouveau système permettra d'afficher en temps réel les lectures de glycoses sans avoir à se scanner. (51)

La mise en place du capteur : (52) (53)

Le site d'application se situe à l'arrière du haut du bras. Cette zone est peu sollicitée pendant des activités quotidiennes et le capteur ne doit pas être posé sur un grain de beauté, cicatrice ou tatouage. Pour limiter les irritations de la peau, tous les 14 jours, le patient doit changer de bras.

La préparation de la peau est très importante pour assurer l'adhérence du capteur et limiter le risque d'infection. La zone doit être nettoyée avec de l'eau et du savon puis séchée. Une fois propre, avec une compresse imbibée d'alcool, la peau est désinfectée et asséchée permettant d'améliorer l'adhésion.

Le pack contient un applicateur et le capteur (Figure 34) :



Figure 34 : L'applicateur et son capteur

- Retirez l'opercule du capteur et dévissez le capuchon de l'applicateur.
- Aligned le trait noir de l'applicateur avec celui du capteur. Appuyez vers le bas jusqu'à la butée.
- Placez l'applicateur sur la zone nettoyée puis poussez fermement pour appliquer le capteur.
- Retirez doucement l'applicateur : le capteur est fixé sur la peau. Puis avec votre doigt, lissez le contour pour augmenter l'adhésion.

L'applicateur est à jeter dans les collecteur DASTRI®. Sur l'opercule du capteur est noté le numéro de série. Ce numéro est à garder pour le communiquer au fabricant si le capteur à un défaut.

Une fois le capteur posé, il faut le démarrer. Il suffit d'allumer le lecteur, de toucher l'icône « démarrer un nouveau capteur » puis de maintenir le lecteur à 4 cm du capteur. Le capteur est prêt à être utilisé au bout de 60 minutes.

2. Lecteur (54)

Comme pour le capteur, dans le commerce nous avons deux lecteurs, le FreeStyle Libre® 1 et le FreeStyle Libre® 2. Leurs différences se feront dans la partie logicielle. Le FreeStyle Libre® 2 permet d'avoir des alarmes pour les situations d'hypoglycémies et d'hyperglycémies.

C'est un lecteur tactile et compact : il mesure 95 mm x 60 mm x 16 mm pour 65 grammes. Sa batterie lui permet de tenir 4 jours en utilisation courante, il se recharge comme un téléphone portable. Il a une mémoire de 90 jours, facilitant le suivi du patient. Il fonctionne dans les mêmes températures que le capteur, c'est-à-dire entre 10 °C et 45 °C. Il se conserve au sec entre -20 °C et 60 °C mais il n'est pas étanche. Son port USB lui permet également de transférer ses données sur un ordinateur. Il peut également mesurer des glycémies capillaires et la cétonurie avec les bandelettes FreeStyle® correspondantes. (Figure 35)



Figure 35 : Lecteurs FreeStyle Libre® 1 et FreeStyle Libre® 2

3. Le logiciel du lecteur (55)

L'écran d'accueil du lecteur donne accès aux informations sur le taux de glucose et sur le système. Sont affichés l'heure, le niveau de la batterie et le nombre de jours restant pour le capteur (Figure 36).

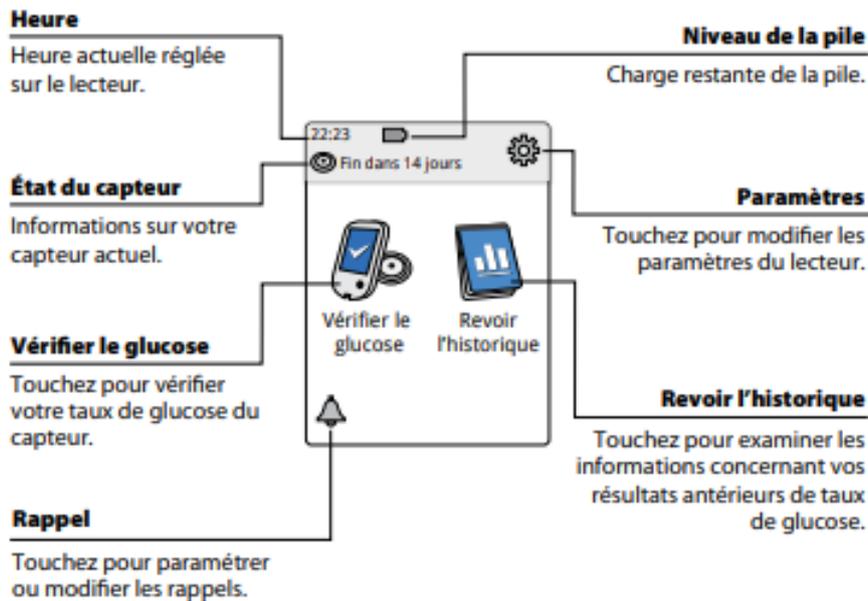


Figure 36 : Ecran d'accueil du lecteur

a) Les flèches de tendance glycémique

La spécificité du système flash est une mesure du glucose interstitielle et non du glucose sanguin. Or il existe un décalage de 10 minutes entre la glycémie et le scan. Le capteur est capable de savoir comment évolue la glycémie car il prend plusieurs mesures tout au long de son fonctionnement et les garde en mémoire pendant 8 heures. Pour signaler cette évolution du glucose, le lecteur va indiquer des flèches de tendances (Figure 37).

↑	Le taux de glucose augmente rapidement (plus de 2 mg/dL par minute)
↗	Le taux de glucose augmente (entre 1 et 2 mg/dL par minute)
→	Le taux de glucose se modifie lentement (moins de 1 mg/dL par minute)
↘	Le taux de glucose est en baisse (entre 1 et 2 mg/dL par minute)
↓	Le taux de glucose est en baisse rapide (plus de 2 mg/dL par minute)

Figure 37 : Les flèches de tendances

b) L'ajout de remarques

Des remarques peuvent être ajoutées avec les résultats du taux de glucose au moment du résultat ou dans les 15 minutes qui suivent. Il suffit de toucher le symbole « crayon » en haut à droite de l'écran (Figure 38).

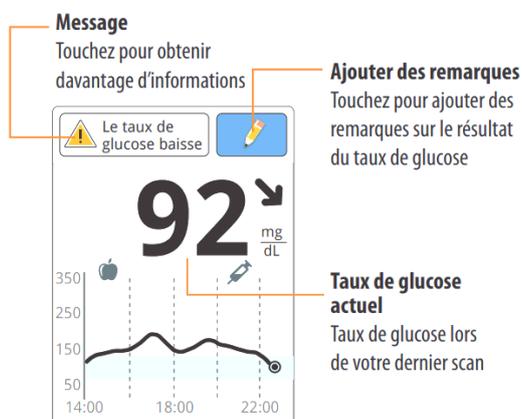


Figure 38 : Affichage d'un résultat

Une nouvelle page apparaît où l'on peut sélectionner « nourriture » et sa quantité, « insulines » et le nombre d'unités prises. La nourriture sera affichée sur la courbe avec le symbole de la pomme et l'insuline sera affichée avec le symbole d'une seringue.

c) Le carnet d'auto-surveillance

Pour y accéder, il faut allumer le lecteur, puis toucher l'icône « Revoir l'historique » puis toucher « Carnet d'auto-surveillance ». Il permet de voir l'historique des scans, des glycémies et des cétonémies capillaires. Si une remarque est notée lors d'une prise de mesure, le symbole apparaît. Il est possible de regarder l'information en détail en cliquant dessus (Figure 39).

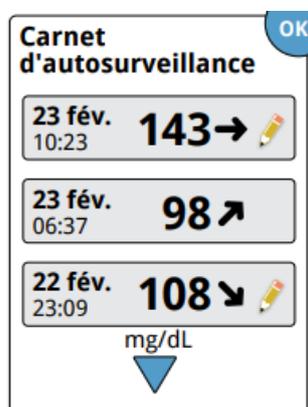


Figure 39 : Carnet d'auto-surveillance

d) La courbe de l'historique glycémique quotidien

Comme précédemment, pour y accéder il faut aller sur l'icône « Revoir l'historique » puis dans « Graphique quotidien ». Le lecteur affiche une courbe sur l'évolution du taux de glucose sur une période de 8 heures. Elle permet de suivre l'évolution de sa glycémie, ainsi d'adapter son traitement. Le graphique montre également la plage cible de taux de glucose prédéfini avec le médecin et les symboles pour les remarques de nourritures ou d'insulines qui ont été saisies (Figure 40).

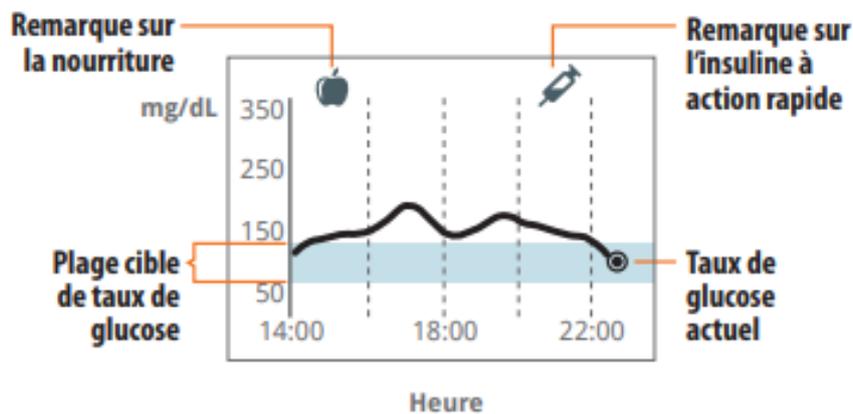


Figure 40 : Graphique du taux de glucose actuel et enregistrés

Des espaces vides peuvent apparaître dans le graphique lorsque la durée entre deux scans est supérieure à 8 heures.

e) Les autres options d'historique

Dans le menu déroulant de « Revoir l'historique », on peut accéder aux taux de glucose moyens, aux tendances quotidiennes, à la durée dans la cible, aux événements d'hypoglycémies et à l'usage du capteur. Ces informations peuvent être visualisées sur 7, 14, 30 et 90 jours.

(1) Le taux de glucose moyen

Ce sont les informations concernant la moyenne des résultats de taux de glucose du capteur. La moyenne globale pendant la période est affichée au-dessus du graphique. La moyenne est également indiquée pour les quatre périodes de 6 heures de la journée. Les résultats dans la cible sont affichés en bleu, si ce n'est pas le cas, ils sont affichés en orange (Figure 41).

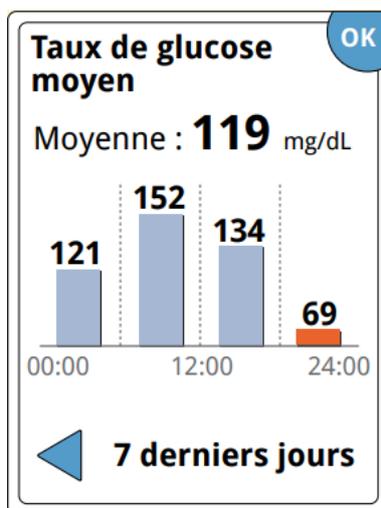


Figure 41 : Taux de glucose moyen

(2) Tendances quotidiennes

C'est un graphique qui montre la tendance et la variabilité du taux de glucose du capteur au cours d'une journée. La ligne noire indique la médiane des résultats du taux de glucose. L'ombre grise représente une plage (entre 10 et 90 percentiles) des résultats du capteur. Il faut au minimum 5 jours de données pour pouvoir afficher ce graphique (Figure 42).

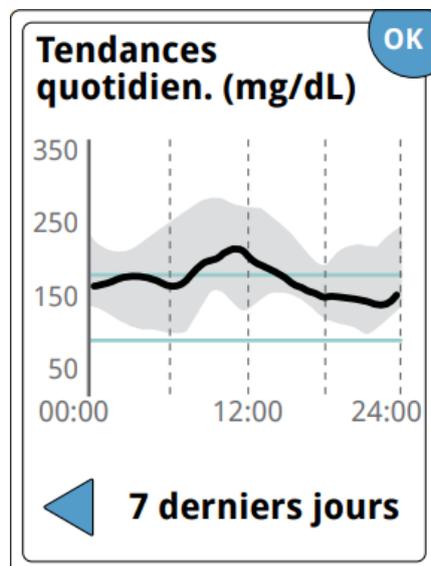


Figure 42 : Tendances quotidiennes

(3) Durée dans la cible

Ce graphique permet de voir le pourcentage de temps pendant lequel les résultats de taux de glucose du capteur sont au-dessus, en-dessous ou dans la cible (Figure 43).

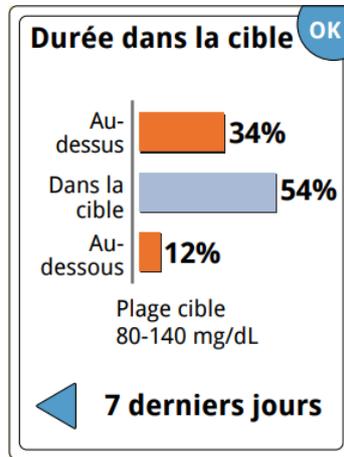


Figure 43 : Durée dans la cible

(4) Evènements hypoglycémiques

Cette rubrique comprend le nombre d'évènements hypoglycémiques mesurés par le capteur. Ce qui correspond à un résultat inférieur à 70 mg/dL pendant plus de 15 minutes. L'histogramme affiche les évènements hypoglycémiques au cours des quatre périodes de 6 heures de la journée (Figure 44).

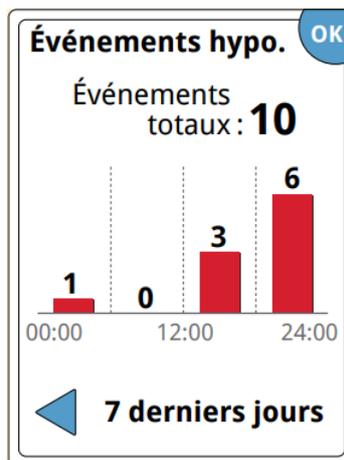


Figure 44 : Evènements hypoglycémiques

(5) Usage du capteur

Cette partie affiche les informations sur la fréquence à laquelle le capteur est scanné. Il indique le nombre moyen de scans par jour et le pourcentage de jours où des données de capteurs ont pu être enregistrées par le lecteur (Figure 45).

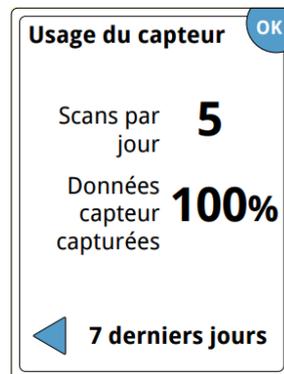


Figure 45 : Usage du capteur

B. Prise en charge (56)

La prise en charge concerne les patients diabétiques de type 1 et de type 2. Le patient doit être âgé de plus de 4 ans, sous insulinothérapie (au moins 3 injections par jour, ou avec une pompe externe) et pratiquant une autosurveillance glycémique minimum 3 fois dans la journée.

Cette prise en charge comprend, les lecteurs qui sont remboursés tous les 4 ans (2 lecteurs pour les enfants), les capteurs à hauteur de 26 capteurs par patient et par an ainsi que les bandelettes et lancettes qui sont plafonnées à 100 par an.

Le renouvellement de la prescription peut se faire par un médecin généraliste ou par tout autre médecin. Seulement un diabétologue ou un pédiatre expérimenté en diabétologie peut initier le traitement. Cette initiation se fait en deux étapes. La première étape est une période d'essai qui dure jusqu'à trois mois permettant de recruter et de sélectionner les patients capables d'utiliser le capteur. Cette sélection permet de vérifier si le patient n'a pas de problèmes d'intolérances cutanées, qu'il soit capable de porter sur soi un capteur en continu et qu'il l'utilise. La seconde étape est une période d'évaluation clinique et biologique sur les objectifs fixés (hypoglycémies, temps passé au-dessus et en dessous des seuils fixés, etc...), sur l'impact du système flash sur l'HbA1c et sur les précédents critères de tolérances cutanées et d'utilisation du capteur.

Le système FreeStyle Libre® est réservé aux patients ayant eu une formation spécifique à son utilisation. Elle se fait dans une structure prenant en charge des patients diabétiques et impliquée dans les programmes d'éducatons thérapeutiques validées par l'ARS. Les patients reçoivent une éducation thérapeutique qui va leur permettre de maîtriser la pose du capteur, l'interprétation des résultats et de les utiliser pour optimiser leur traitement. Le patient sera autonome quand il sera capable de déterminer la fréquence optimale de surveillance glycémique (Il ne doit pas se scanner toutes les 5 minutes ni se scanner toutes les 8 heures), quand il pourra comprendre et interpréter le résultat donné par le capteur. Ce résultat est constitué de la valeur du glucose interstitielle et de la flèche de tendance. Le patient devra adapter ses doses d'insulines en fonction du résultat. Le patient doit être capable d'identifier les situations où il doit faire une autosurveillance glycémique capillaire, comme par exemple une hypoglycémie brutale ou que les symptômes ne correspondent pas aux résultats du capteur.

C. Résultats

Pour mesurer le taux de glucose il suffit d'allumer le lecteur ou d'aller sur l'icône « Vérifier le glucose », puis de maintenir le lecteur à 4 cm du capteur. Le résultat s'affiche sur l'écran.

1. Interprétation (55)

Le résultat est donné en mg/dL avec une flèche de tendance rendant le résultat dynamique (Figure 46).

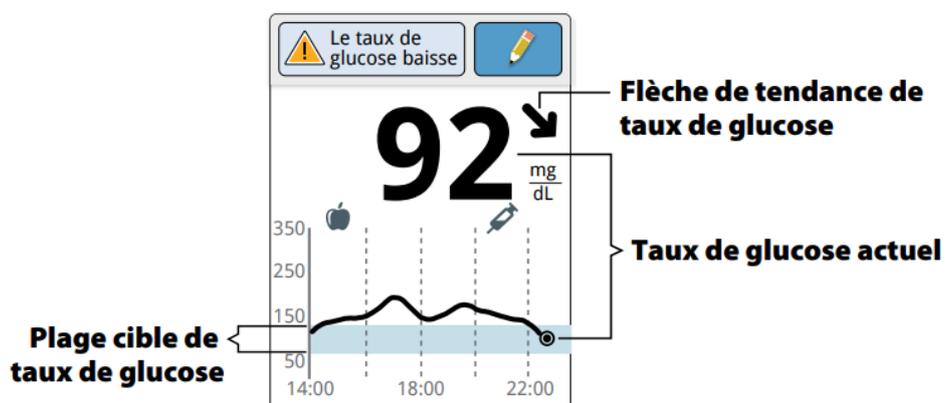


Figure 46 : Résultat affiché sur le lecteur

Sur cet exemple le résultat obtenu est de 92 mg/dL et la flèche qui indique une baisse de la glycémie de 1 à 2 mg/dL/min. Le résultat se trouve dans la plage cible de taux de glucose défini avec son médecin. Il est noté qu'il est un peu plus de 22 heures et qu'il s'est injecté de l'insuline vers 20 heures. Sa glycémie est en baisse, le patient fera une hypoglycémie nocturne si celui-ci ne mange pas pour faire remonter sa glycémie.

Le graphique s'arrête à 350 mg/dL Au-delà, il affiche 350 mg/dL jusqu'au message « HI » qui signifie que le résultat est supérieur à 500 mg/dL. En dessous de 40 mg/dL il affiche « LO » (Figure 47).

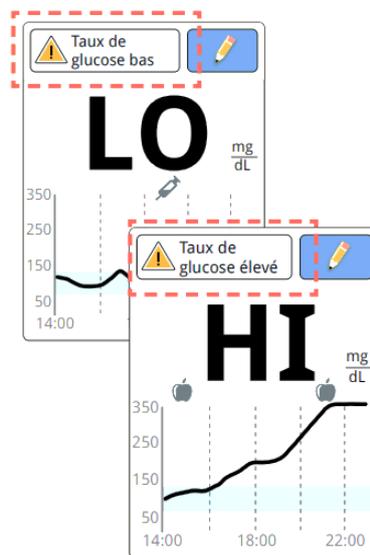


Figure 47 : Résultats HI et LO

Dans cette situation, il est préférable de faire une glycémie capillaire pour confirmer le résultat et ainsi corriger sa glycémie, soit en se resucrant, soit en s'injectant de l'insuline.

2. Avantages et confort

En passant juste le lecteur ou le smartphone sur le capteur pour se scanner on réduit considérablement les étapes pour connaître son taux de glucose. C'est un gain de temps et de discrétion appréciable. Contrairement à une ASG capillaire, ce système n'a pas besoin d'utiliser les mains, supprime les effets indésirables sur les doigts : il n'y a plus de modification cutanée ni douleur ni de perte de sensibilité. Il n'y a plus l'appréhension à se piquer qui peut réduire le nombre de vérifications de la glycémie et altérer le suivi du diabète. A l'extérieur, il n'est pas souvent facile de trouver un endroit où se laver les mains pour faire une ASG, le capteur enlève cette problématique.

La courbe historique quotidienne permet de visualiser son profil glycémique sur 8 heures. Elle est utile pour savoir quand a eu lieu une hypoglycémie ou une hyperglycémie nocturne et ainsi corriger le schéma insulinaire. Le patient se sent acteur dans la maîtrise et l'évolution de sa glycémie. Avec les courbes de tendances, il y a une meilleure adaptation de l'équilibre glycémique. Par exemple, lors d'un résultat d'hyperglycémie avec une flèche qui monte, le patient n'aura pas la même réponse qu'avec une flèche descendante. Or avec une glycémie capillaire, il n'aurait eu que le résultat d'une hyperglycémie et se serait probablement injecté de l'insuline. Cette fonction d'historique présente dans le lecteur permet de visualiser toutes les informations importantes pour le bon suivi glycémique du patient. Le médecin visualise le profil glycémique, il peut voir si le traitement est adapté lors des entretiens trimestriels par exemple.

La prise de mesure est non intrusive. Elle peut être faite facilement par une autre personne quand le patient dort par exemple. Le conjoint ou la conjointe peut scanner le capteur la nuit pour surveiller le taux de glucose sans réveiller le patient. C'est idéal pour les parents de jeunes enfants afin de suivre la glycémie de l'enfant sans le réveiller. Lors d'une opération chirurgicale, l'équipe médicale peut rapidement connaître le taux de glucose du patient tout en limitant les gestes médicaux.

Deux études, une étude néerlandaise (57) et une étude belge (58), ont analysé l'impact du capteur dans des conditions de vie usuelles. Elles ont démontré une baisse de l'HbA1c après 6 mois et que cette baisse est maintenue après 12 mois d'utilisation. Le nombre d'hypoglycémie est diminué, ce qui entraîne une baisse d'hospitalisation ainsi qu'une baisse d'absence au travail. Les participants des études rapportent une amélioration en qualité de vie. Ils ont davantage de facilités à réaliser une activité physique, ils ont une meilleure compréhension des variations du glucose avec une diminution de la fréquence et de la sévérité des hypoglycémies. La prise de mesure est plus discrète et facile quand il y a des inconnus, peu de lumière ou avant de prendre la voiture. Ils voient une amélioration dans la gestion de la glycémie et de leur traitement en insuline. Ils ont remarqué également que leur entourage est moins préoccupé par leur diabète.

Conclusion :

Le diabète est une pathologie chronique qui voit son incidence augmenter tous les ans. Le rôle du pharmacien d'officine est d'accompagner les patients tout au long de leur vie, que ce soit dans l'explication de la maladie ou dans l'apprentissage de leurs traitements.

L'autosurveillance glycémique est au centre de la préoccupation du patient, elle permet de savoir où le patient se situe pour qu'il puisse agir en fonction du résultat. Mais elle est contraignante sur le plan physique et psychologique.

En développant de nouvelles technologies, les industriels innovent en améliorant la qualité de vie des patients, notamment avec les capteurs de glucoses. En effet les capteurs réduisent le temps de réalisation d'une autosurveillance glycémique, les problèmes cutanés au niveau des doigts, l'appréhension de la douleur et du regard des autres. Grâce à l'autonomie de 14 jours des capteurs, le patient gagne une certaine liberté et de « lâcher prise ».

Les capteurs permettent une amélioration sur le suivi de la maladie que ce soit à court terme sur la glycémie, en diminuant les hypoglycémies et les hyperglycémies, ou à long terme en diminuant l'hémoglobine glyquée, réduisant ainsi le risque de complications.

Les capteurs FreeStyle Libre® 1 et 2 sont les seuls disponibles à ce jour à l'officine. Ils ont une limite dans leur utilisation car le patient doit se scanner toutes les 8 heures maximum pour ne pas perdre de données. D'autre part ils ne communiquent avec aucune pompe à insuline car ce ne sont pas des capteurs de glucose en continu. Il existe des dispositifs non officiels qui permettent, en se rajoutant sur le capteur, de les rendre connectés à son smartphone pour les faire devenir des capteurs de glycémie en continu. Cette solution permet d'avoir son taux de glucose en continu avec des alarmes sans avoir à se scanner.

Les industriels sont constamment en recherche d'innovations pour pouvoir proposer dans un avenir proche la solution que tout patient diabétique souhaite : le pancréas artificiel.

Bibliographie :

1. OMS | Diabète [Internet]. WHO. World Health Organization; Disponible sur: http://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/fr/
2. QUINARD J. Cours sur le pancréas endocrine. 2016.
3. Structure D'insuline Humaine Illustration de Vecteur - Illustration du biologie, peptide: 27081204 [Internet]. Dreamstime. Disponible sur: <https://fr.dreamstime.com/images-stock-structure-d-insuline-humaine-image27081204>
4. Qu'est-ce que l'insuline? [Internet]. Diabète Québec. Disponible sur: <https://www.diabete.qc.ca/fr/vivre-avec-le-diabete/soins-et-traitements/medicaments-et-insuline/linsuline/>
5. XUEREB F. Cours de pharmacocinétique et pharmacie clinique des insulines. 2016.
6. Pocock G, Richards CD, Richards DA. Physiologie humaine et physiopathologie - ClinicalKey Student. 1^{re} éd. Elsevier Masson; 2019. 992 p.
7. Atlas du diabete de la FID 9ème édition 2019 [Internet]. Disponible sur: <https://diabetesatlas.org/fr/>
8. COLOMER S. Cours sur le diabète. 2016.
9. Collège des enseignants d'endocrinologie, diabète et maladies métaboliques. Endocrinologie, diabétologie et maladies métaboliques. 4ème. Elsevier Masson; 2019. 568 p.
10. Diabète gestationnel (diabète de grossesse) : définition et conséquences [Internet]. ameli.fr. 2021. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/diabete-gestationnel/definition-facteurs-risque-consequences>
11. Rétinopathie diabétique - Troubles oculaires [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-oculaires/pathologies-de-la-r%C3%A9tine/r%C3%A9tinopathie-diab%C3%A9tique>
12. Néphropathie diabétique - Troubles génito-urinaires [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-g%C3%A9nito-urinaires/maladies-glom%C3%A9rulaires/n%C3%A9phropathie-diab%C3%A9tique?query=n%C3%A9phropathie%20diab%C3%A9tique>
13. La neuropathie [Internet]. Diabète Québec. Disponible sur: <https://www.diabete.qc.ca/fr/comprendre-le-diabete/tout-sur-le-diabete/complications/la-neuropathie/>
14. FICHE CONSEILS ALIMENTATION ET DIABETE [Internet]. [cité 16 mai 2021]. Disponible sur: <http://diabetoclic.fr/wp-content/uploads/2016/10/Fiche-RHD.pdf>

15. Diabète et consommation d'alcool : mise en garde - Diabete-Infos.fr [Internet]. Diabète Infos. 2017. Disponible sur: <https://diabete-infos.fr/diabete-et-consommation-alcool/>
16. Diabète et activité physique : les fondamentaux [Internet]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/activite-physique/diabete-activite-physique-fondamentaux>
17. Les médicaments du diabète de type 1 [Internet]. VIDAL. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/metabolisme-diabete/diabete-type-1/medicaments.html>
18. tableau_12_insulines_2.pdf [Internet]. [cité 8 mai 2021]. Disponible sur: https://www.diabeteoccitanie.org/sites/diamip.org/files/Pdf/OUTILS/tableau_12_insulines_2.pdf
19. Philippe J, Gastaldi DG, Jornayvaz DFR. Guide médical de prise en charge du diabète en milieu intra-hospitalier. :28.
20. Diabète de type 1 - Traitements - VIDAL eVIDAL [Internet]. Disponible sur: https://evidal.vidal.fr/recos/details/1708/diabete_de_type_1/traitements
21. insulines.pdf [Internet]. [cité 16 mai 2021]. Disponible sur: <https://pharmacie.hug.ch/infomedic/utilismedic/insulines.pdf>
22. Themes UFO. 20: TRAITEMENT DU DIABÈTE SUCRÉ | Medicine Key [Internet]. Disponible sur: <https://clemedicine.com/20-traitement-du-diabete-sucre/>
23. L'insulinothérapie fonctionnelle [Internet]. Diabète 66. 2020. Disponible sur: <https://www.diabete66.fr/linsulinotherapie-fonctionnelle/>
24. L'insulinothérapie fonctionnelle... ou comment adapter le diabète à votre vie [Internet]. Disponible sur: https://www.dinnosante.fr/fre/33/etre-attentif-a-sa-sante/au-quotidien/l_insulinotherapie-fonctionnelle-ou-comment-adapter-le-diabete-a-votre-vie
25. Stratégie médicamenteuse du contrôle glycémique du diabète de type 2 Recommandation de bonne pratique [Internet]. [cité 9 mai 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-02/reco2clics__diabete_type_2.pdf
26. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, et al. Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes, 2015: A Patient-Centered Approach: Update to a Position Statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. Diabetes Care. janv 2015;38(1):140-9.
27. Tableau récapitulatif anti-diabétiques oraux – Diabétoclic [Internet]. Disponible sur: <http://diabetoclic.fr/tableau-recapitulatif-anti-diabetiques-oraux/>
28. Diabète de type 2 : prise en charge initiale - Prise en charge - VIDAL eVIDAL [Internet]. Disponible sur: https://evidal.vidal.fr/recos/details/1440/diabete_de_type_2_prise_en_charge_initiale/prise_en_charge

29. Guide ALD Diabète de type 1 de l'adulte [Internet]. [cité 2 mai 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ald8_guidemedecin_diabetetype1_revunp_vucd.pdf
30. Indications et prescription d'une autosurveillance glycémique chez un patient diabétique. Médecine Mal Métaboliques. sept 2008;2(4):443-6.
31. Le stylo autopiqueur utilisé avec les lancettes MICROLET. [Internet]. [cité 1 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.ascensia-diabetes.ch/fr-CH/produits/microlet-next/>
32. information_lanzettenwechsel_fr_next.pdf [Internet]. [cité 1 juin 2021]. Disponible sur: https://www.ascensia-diabetes.ch/fr-CH/service-et-support/modes-deploiement/resources/anleitungen/microlet-next/information_lanzettenwechsel_fr_next.pdf
33. Accu-Chek FastClix [Internet]. Accu-Chek®. Disponible sur: <https://www.accu-chek.fr/autopiqueur/fastclix>
34. Accu-Chek FastClix.pdf.
35. Lancettes BD Microtainer Contact [Internet]. [cité 2 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.bd.com/fr-fr/offerings/specimen-collection/blood-collection/capillary-collection/bd-microtainer-lancets>
36. Accu-Chek Safe-T-Pro Plus [Internet]. Accu-Chek®. [cité 2 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.accu-chek.be/fr/piqueurs-usage-professionnel/safe-t-pro-plus>
37. Accu-Chek Safe-T-Pro Plus.pdf.
38. Accu-Chek Guide [Internet]. Accu-Chek®. Disponible sur: <https://www.accu-chek.fr/lecteurs-de-glycemie/guide>
39. Accu-Chek Mobile [Internet]. Accu-Chek®. Disponible sur: <https://www.accu-chek.fr/lecteurs-de-glycemie/mobile>
40. Autosurveillance de la glycémie [Internet]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/autosurveillance-glycemie/autosurveillance-glycemie>
41. Gluci-Chek [Internet]. Accu-Chek®. Disponible sur: <https://www.accu-chek.fr/applications-mobiles/gluci-chek>
42. Application glucompteur diabète, calcul glucides diabète - Sanofi-Diabète [Internet]. Disponible sur: <https://www.sanofi-diabete.fr/vivre-avec-le-diabete/gerer-diabete-au-quotidien/nos-applications/mon-glucompteur>
43. FreeStyle LibreLink - Application mobile | Freestyle Libre [Internet]. Disponible sur: <https://www.freestylelibre.fr/libre/produits/applicationmobilelibrelink.html>

44. LibreLinkUp - Application mobile | Freestyle Libre [Internet]. Disponible sur: <https://www.freestylelibre.fr/libre/produits/application-mobile-librelinkup.html>
45. de Saint Steban L, Popot C, Lanoue M, de Bouët du Portal H. Bon Usage des insulines et de leurs stylos [Internet]. 2014. Disponible sur: http://www.omedit-centre.fr/stylo/co/module_administration_insuline.html
46. prelevement-capillaire-pdf.pdf [Internet]. [cité 17 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.federationdesdiabetiques.org/public/content/1/doc/prelevement-capillaire-pdf.pdf>
47. Autosurveillance de la glycémie [Internet]. Diabète Québec. Disponible sur: <https://www.diabete.qc.ca/fr/vivre-avec-le-diabete/soins-et-traitements/autocontrole/autocontrole-de-la-glycemie/>
48. Tout sur l'injection [Internet]. Diabète Québec. Disponible sur: <https://www.diabete.qc.ca/fr/vivre-avec-le-diabete/soins-et-traitements/medicaments-et-insuline/all-about-injections/>
49. L'injection d'insuline [Internet]. Ajd. Disponible sur: <https://www.ajd-diabete.fr/le-diabete/tout-savoir-sur-le-diabete/ladministration-dinsuline/>
50. Capteur FreeStyle Libre 2 - Contrôle du taux de glucose [Internet]. Disponible sur: <https://www.freestylelibre.fr/libre/produits/capteur.html>
51. Obtention du marquage CE pour FreeStyle Libre 3 d'Abbott [Internet]. Diabète Infos. 2020. Disponible sur: <https://diabete-infos.fr/marquage-ce-freestyle-libre-3/>
52. Notice capteur freestyle [Internet]. [cité 6 juin 2021]. Disponible sur: https://freestyleserver.com/Payloads/IFU/2020/q2/ART40987-011_rev-A-Web.pdf
53. Mise en place du capteur freestyle [Internet]. [cité 30 juin 2021]. Disponible sur: https://freestyleserver.com/Payloads/IFU/fsl/ART39802-001_rev-A.pdf
54. Lecteur - Contrôle du taux de glucose | FreeStyle Libre 2 [Internet]. [cité 29 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.freestylelibre.fr/libre/produits/lecteur.html>
55. Notice du lecteur FreeStyle Libre [Internet]. [cité 30 juin 2021]. Disponible sur: https://freestyleserver.com/Payloads/IFU/2020/q2/ART40988-006_rev-A-Web.pdf
56. memo_auto-surveillance_glycemique_du_patient_diabetique-freestyle_libre-cnam-avril_2019.pdf [Internet]. [cité 30 juin 2021]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/540506/document/memo_auto-surveillance_glycemique_du_patient_diabetique-freestyle_libre-cnam-avril_2019.pdf
57. Fokkert M, Dijk P van, Edens M, Barents E, Mollema J, Slingerland R, et al. Improved well-being and decreased disease burden after 1-year use of flash glucose monitoring (FLARE-NL4). *BMJ Open Diabetes Res Care*. 1 déc 2019;7(1):e000809.

58. Charleer S, De Block C, Van Huffel L, Broos B, Fieuws S, Nobels F, et al. Quality of Life and Glucose Control After 1 Year of Nationwide Reimbursement of Intermittently Scanned Continuous Glucose Monitoring in Adults Living With Type 1 Diabetes (FUTURE): A Prospective Observational Real-World Cohort Study. *Diabetes Care*. févr 2020;43(2):389-97.

SERMENT DE GALIEN

En présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples, je jure :

- 2 D'honorer ceux qui m'ont instruit les préceptes de mon art de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- 2 D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- 2 De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Titre : Le confort du capteur de glucose dans la prise en charge du diabétique.

Résumé : Le diabète est une pathologie chronique très répandue dans le monde et qui voit son incidence augmenter tous les ans. C'est une maladie qui demande au patient un apprentissage et une compréhension de sa pathologie. Le pharmacien d'officine est au cœur de la prise en charge du patient diabétique, tant dans l'explication de la maladie que dans l'explication du traitement et de l'appareillage.

Cette thèse est destinée au grand public, que ce soit au patient lui-même ou à son entourage afin de mieux comprendre ce qu'est le diabète. Nous verrons l'éducation thérapeutique qui peut être faite à l'officine ainsi que le confort que peut apporter de nouvelles technologies dans la prise en charge du diabétique.

Mots clés : Diabète, insulines, éducation thérapeutique, autosurveillance glycémique, capteur de glucose, lecteur de glycémie, FreeStyle Libre®, pharmacien d'officine

Title : The comfort of the glucose sensor in the management of diabetics.

Abstract : Diabetes is a chronic disease very widespread in the world and which sees its incidence increasing every year. It is a disease that requires the patient to learn and understand his pathology. The dispensary pharmacist is at the heart of the management of the diabetic patient, both in explaining the disease and in explaining the treatment and the equipment. This thesis is intended for the general public, whether it is the patient himself or his entourage in order to better understand what diabetes is. We will see the therapeutic education that can be given in the pharmacy as well as the comfort that new technologies can bring in the management of diabetics.

Keywords : Diabetes, insulins, therapeutic education, self-monitoring blood glucose, glucose sensor, blood glucose meter, FreeStyle Libre®, dispensary pharmacist