



**HAL**  
open science

## Diabète de type I : place du pharmacien d'officine

Morgane Faure

► **To cite this version:**

Morgane Faure. Diabète de type I : place du pharmacien d'officine. Sciences pharmaceutiques. 2019. dumas-02307909

**HAL Id: dumas-02307909**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02307909>**

Submitted on 8 Oct 2019

**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.

DIABETE DE TYPE I : PLACE DU PHARMACIEN D'OFFICINE

## THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA  
FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 13 SEPTEMBRE 2019

PAR

Mme FAURE MORGANE  
Née le 10 Août 1991 à Marseille

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

## JURY

Président : Pr Frédérique GRIMALDI

Membres : Dr. Thierry AUGIER  
Dr. Sophie DEROYAN



DIABETE DE TYPE I : PLACE DU PHARMACIEN D'OFFICINE

## THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA  
FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 13 SEPTEMBRE 2019

PAR

Mme FAURE MORGANE  
Née le 10 Août 1991 à Marseille

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

## JURY

Président : Pr Frédérique GRIMALDI

Membres : Dr. Thierry AUGIER  
Dr. Sophie DEROYAN

**27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05**  
**Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12**

**ADMINISTRATION :**

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Jean-Pierre REYNIER, M. Henri PORTUGAL
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

**DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE**  
Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

**PROFESSEURS**

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI  
Mme Odile RIMET-GASPARINI  
Mme Pascale BARBIER  
M. François DEVRED  
Mme Manon CARRE  
M. Gilles BREUZARD  
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA  
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,  
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE  
M. Emmanuel CAUTURE  
Mme Véronique ANDRIEU  
Mme Marie-Pierre SAVELLI

NUTRITION ET DIETETIQUE

M. Léopold TCHIAKPE

## A.H.U.

THERAPIE CELLULAIRE

M. Jérémy MAGALON

## ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

## DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

## PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Philippe CHARPIOT

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE  
Mme Laurence CAMOIN-JAU  
Mme Florence SABATIER-MALATERRE  
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN  
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET  
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI M. Thierry AUGIER M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER M. Romaric LACROIX Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Michèle LAGET M. Michel DE MEO Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

## A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	M. Maxime LOYENS
----------------------------	------------------

## DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

## PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Philippe GALLICE
CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	Mme Evelyne OLLIVIER

## MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET- LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

## A.H.U.

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

## ATER

CHIMIE ANALYTIQUE	M. Charles DESMARCHELIER
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Fanny MATHIAS



**DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE**

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

**PROFESSEURS**

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

**MAITRES DE CONFERENCES**

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

**A.H.U.**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD
PHARMACOCINETIQUE	Mme Nadège NEANT

## CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO,

Pharmacien-Praticien hospitalier Mme

Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-

Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET,

Pharmacien titulaire

Mme Florence

LEANDRO, Pharmacien

adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM

de l'Assurance Maladie Mme Clémence TABELLE,

Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 22 février 2018

« L'Université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »

## Remerciements

Merci à mon directeur de thèse, le Docteur Thierry Augier, pour son aide, son écoute et sa disponibilité dans la réalisation de mon travail. Vous avez été présent tout au long de la préparation de ma thèse mais aussi pendant toutes mes années d'études. Ce fut un réel plaisir de vous avoir comme enseignant.

Merci au jury d'être présent aujourd'hui et d'avoir pris le temps d'étudier mon projet. Avec un merci tout particulier au Docteur Sophie Deroyan qui représente à mes yeux un mentor mais également une véritable amie. Elle m'accompagne tous les jours dans mon épanouissement personnel et professionnel.

Merci à toi maman, pour ton amour inconditionnel, ton dévouement et pour la force que tu as su me donner et que tu me donnes encore. Je me souviens de mes appels à tout heure du jour et de la nuit où je te récitais les textes de sciences humaines en P1 !!! Je t'aime.

Merci à mon père Paul, à mon beau-père Lionel, à mon frère Maxime, à ma belle-mère Sophie, à mes grands-parents et merci à toute ma famille pour leur soutien, leurs encouragements et leur amour.

En ce jour, je souhaite rendre hommage à mon frère Loris parti beaucoup trop tôt, merci d'avoir été présent dans ma vie, ces années passées auprès de toi resteront à jamais gravées dans ma mémoire.

Merci à Marion, pour sa correction et son aide à la mise en page de ma thèse. Même quand tu étais en vacances sur les routes sinueuses de Corse tu as su me conseiller !!

Merci à Nathalie et Sabine de m'avoir intégrée avec tant d'amour dans leur équipe. Je me suis sentie instantanément comme un poisson dans l'eau !! De plus, vive les potins !!

Merci à mes amis d'être présents dans ma vie, de partager avec moi mes joies et mes peines. Au bon souvenir de toutes nos années passées ensemble, rendons hommage à nouveau à toutes nos soirées endiablées et à nos déhanchés fulgurants !! (Mon cerf en a encore des séquelles)

Merci à Amélie de m'avoir soutenue et supportée tout au long de ces années, dieu sait que la première année de P1 a été difficile !! Une amie si tendre et si chère à mes yeux.

Merci à Mémou, Sarah et Alix d'être là pour moi depuis tant d'années et merci pour leur soutien au travers de toutes les épreuves bonnes ou mauvaises que j'ai pu traverser.

Merci à Anne-Sophie, une de mes plus belles rencontres au cours de mes études.

Merci à Arnaud, Oliv, James et Anne-so pour ces fous rires partagés en TP !!

Et merci à toi Thomas, pour tout l'amour, le bonheur, et le soutien que tu m'apportes depuis que l'on s'est rencontré. On a aussi partagé des moments de stress lors de la mise en page de cette thèse mais tu as su rester de marbre et être un réel pilier dans cette belle épreuve.

## Abréviations

HGPO : Hyperglycémie provoquée par voie orale  
HbA1c : Hémoglobine glyquée  
HLA : Human Leukocyte Antigen  
GAD : Glutamic Acid Decarboxylase  
IA2 Insulinoma antigen-2  
CMH : complexe d'histocompatibilité  
ELISA : Enzyme-linked Immuno-Sorbent Assay  
HTA : hypertension artérielle  
ACJ : apport calorique journalier  
ADN : acide désoxyribonucléique  
IV : intraveineuse  
IEC : inhibiteur de l'enzyme de conversion  
NPH : Neutral Protamine Hagedorn  
GLP-1 : Glucagon-Like-Peptide-1  
GLP-1 R : Glucagon-Like-Peptide-1 Receptor  
IF : insulinothérapie fonctionnelle  
DASRI : Déchets issus des Activités de Soins à Risques  
IRM : Imagerie par Résonance Magnétique  
ARS : Agence Régionale de Santé  
ALD : Affection Longue durée  
LPPR : Liste des Produits et Prestations Remboursables  
GPS : General Problem Soluer (programme d'intelligence artificielle)  
DCI : Dénomination Commune Internationale  
AVK : antivitamine K  
HPST : Hôpital Patient Santé Territoire

## SOMMAIRE

<b>I. Introduction.....</b>	<b>12</b>
<b>II. Diabète de type I.....</b>	<b>14</b>
<b>A. Généralités .....</b>	<b>14</b>
1. Définition .....	14
2. Epidémiologie.....	15
<b>B. Physiopathologie du diabète de type I.....</b>	<b>17</b>
1. Immunité cellulaire, processus auto-immun .....	17
2. Prédisposition génétique.....	17
3. Facteurs environnementaux .....	18
<b>C. Diagnostic du diabète de type I.....</b>	<b>19</b>
1. Diagnostic biologique.....	19
2. Diagnostic clinique .....	19
3. Examens complémentaires.....	20
<b>D. Complications du diabète de type I.....</b>	<b>21</b>
1. Complications aiguës du diabète de type I.....	21
2. Complications chroniques du diabète de type I.....	26
<b>III. Prise en charge du diabète de type I.....</b>	<b>30</b>
<b>A. Mesure hygiéno-diététiques.....</b>	<b>32</b>
<b>B. Stratégies thérapeutiques des désordres glycémiques .....</b>	<b>36</b>
1. Insulinothérapie .....	36
2. Les règles de l'insulinothérapie .....	48
3. Schéma d'insulinothérapie.....	49
4. Insulinothérapie fonctionnelle.....	52
5. Pompe à insuline .....	54
<b>IV. Rôle du pharmacien d'officine dans le suivi et l'éducation thérapeutique du patient.....</b>	<b>57</b>
<b>A. Le pharmacien et le dépistage du diabète de type 1 .....</b>	<b>57</b>
<b>B. Le pharmacien et l'autosurveillance glycémique.....</b>	<b>58</b>
1. L'autosurveillance en pratique.....	58
2. Prescription et remboursement .....	69
<b>C. Le pharmacien et l'insuline .....</b>	<b>70</b>
1. Différents moyens d'injection de l'insuline .....	70
2. Sites d'injection.....	70
3. L'injection en pratique.....	73
<b>D. Le pharmacien et l'hypoglycémie.....</b>	<b>77</b>
<b>E. Le pharmacien et les DASRI .....</b>	<b>80</b>
<b>F. Le pharmacien et le diabète de l'enfant et de l'adolescent.....</b>	<b>81</b>
<b>G. Le pharmacien et l'activité physique du diabétique .....</b>	<b>85</b>
<b>H. Le pharmacien et le diabète pré-gestationnel ou gestationnel.....</b>	<b>88</b>
<b>I. Le pharmacien et les voyages du diabétique .....</b>	<b>90</b>
<b>V. Conclusion .....</b>	<b>92</b>

## **I. Introduction**

La transition démographique qui touche toutes les populations humaines depuis environ un demi-siècle a eu pour conséquence une transition épidémiologique caractérisée par l'augmentation de l'incidence des maladies chroniques, comme les cancers ou les maladies cardio-vasculaires, et de leurs facteurs de risques. Depuis 10 à 20 ans, le phénomène de « mondialisation » contribue par ailleurs à uniformiser les modes de vie sur un modèle qui favorise l'accroissement de l'obésité et de la sédentarité.

Ainsi dans ce contexte-là, l'incidence du diabète connaît une forte augmentation dans tous les pays du monde, prenant même des allures « d'épidémies » dans certains pays en développement, ou dans les populations défavorisées des pays industrialisés.

Le diabète est un problème majeur de santé publique. Son impact économique considérable et les dépenses de santé associées sont en constante augmentation. Ceci est amené à s'aggraver du fait de l'accroissement du nombre de diabétiques et des multiples modifications environnementales.

En effet le diabète est une affection métabolique chronique susceptible d'engendrer de nombreuses complications graves qui auront un impact important sur la vie des sujets atteints.

La prévalence en France est estimée à 4,6 % en 2012 et a été actualisée à 5 % en 2015, soit plus de 3,3 millions de personnes traitées pour un diabète. Une augmentation de la prévalence du diabète est observée depuis les années 2000. {1}

Actuellement, il est difficile de combattre « l'épidémie » du diabète uniquement avec la thérapeutique : il convient d'innover dans les soins tout en améliorant la prise en charge des malades.

Le rôle du pharmacien s'inscrit dans une démarche de coordination pluridisciplinaire. La prise en charge des patients diabétiques donne un rôle prépondérant à cet acteur de santé publique tant sur le plan économique que sur l'accompagnement du malade. La valorisation de l'acte intellectuel et les initiatives d'orchestration des soins sont tournées vers la prévention.

Ainsi, l'éducation des patients pourra leur permettre de s'autonomiser et de se responsabiliser, en étant épaulés par un accompagnement au long cours.

Nous allons nous centrer sur le rôle du pharmacien dans le diabète de type I.

J'ai choisi de me concentrer sur le diabète de type I car c'est un sujet que je souhaitais approfondir afin que cela puisse me servir au quotidien dans ma vie professionnelle.



Dans ce travail, nous étudierons le mécanisme de la maladie : la physiopathologie du diabète insulino-dépendant, les traitements possibles ainsi que les complications associées. Seule une solide connaissance de la pathologie et de la thérapeutique peut permettre au pharmacien de devenir un acteur d'éducation thérapeutique.

Par la suite, nous verrons la manière dont le pharmacien, par ses connaissances et sa proximité, peut améliorer la prise en charge des patients au long cours, et devenir une figure incontournable dans cette prise en charge.

## II. Diabète de type I

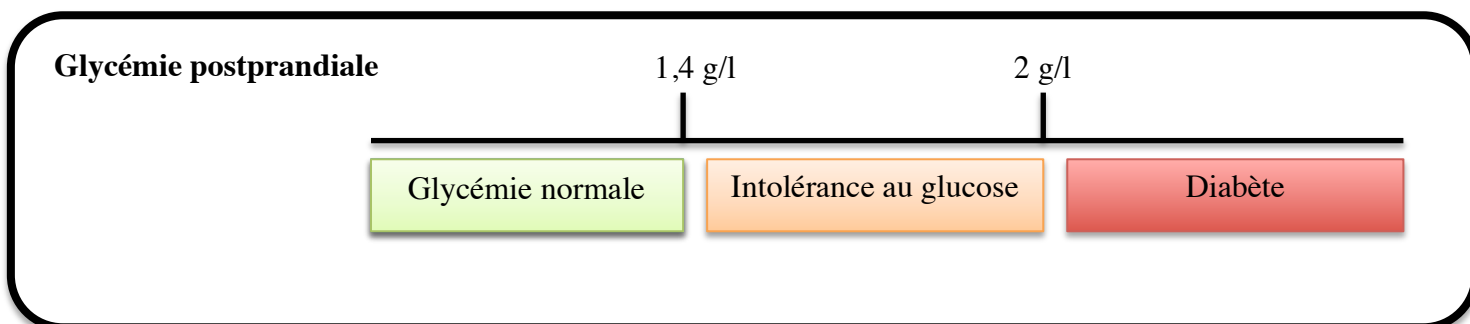
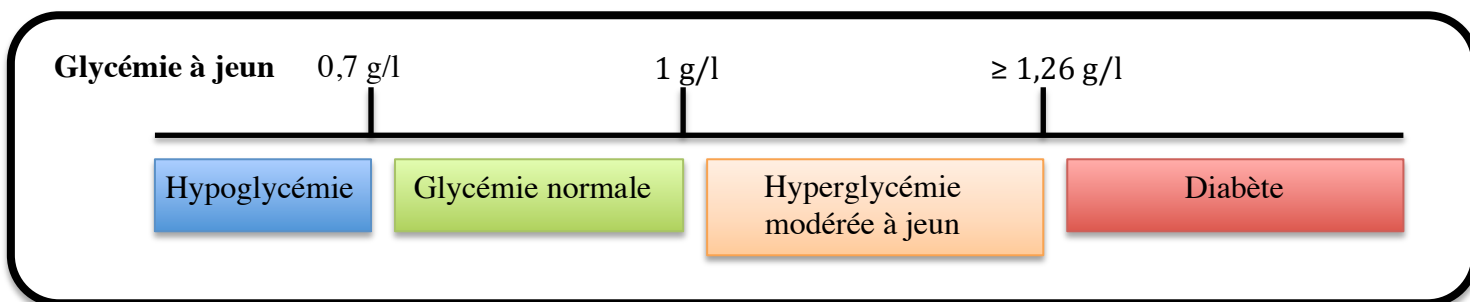
### A. Généralités

#### 1. Définition

Le diabète insulino-dépendant ou diabète de type I est une affection métabolique, caractérisée par une hyperglycémie chronique liée à une carence absolue ou quasi absolue de l'insulinosécrétion. Cette insulino-pénie est la conséquence d'une destruction auto-immune des cellules Béta des îlots de Langerhans. La définition des états diabétiques se base actuellement sur un paramètre unique : la glycémie.

Un sujet est défini comme diabétique si :

- Sa glycémie à jeun est supérieure ou égale à 1,26 g/l (7 mmol/l)
- S'il présente une glycémie (sur plasma veineux) supérieure ou égale à 2 g/l (11,1 mmol/l) à un moment quelconque de la journée.
- S'il présente une glycémie supérieure ou égale à 2 g/l (11,1 mmol/l) 2 heures après une charge orale de 75g de glucose HGPO (critère proposés par l'Organisation Mondiale de la Santé). L'HGPO doit devenir exceptionnelle. Elle est inutile si le sujet présente une glycémie à jeun supérieure ou égale à 1,26 g/l puisqu'il s'agit d'un authentique diabétique. {2}



(P.Y Magnaldi - Thèse de doctorat en pharmacie - Marseille nov.2012)

### Remarque supplémentaire :

En 2009 un comité d'experts internationaux dirigé par David Nathan entreprit de définir le diabète sucré non plus sur la glycémie mais sur l'HbA1c (Hémoglobine A glyquée). Les propositions de ce comité furent définitivement validées en 2010 puis régulièrement reconduite jusqu'à aujourd'hui. Dans ces conditions, l'HbA1c qui était considérée exclusivement comme un élément de surveillance du diabète sucré, est devenue un critère de diagnostic du Diabète qui doit être rajouté à ceux qui étaient déjà en vigueur. D'autre part, l'ADA (*American Diabetes Association*) a identifié à partir du dosage de l'HbA1c une nouvelle catégorie de personnes dites « à haut risque de devenir diabétique ». Ce groupe englobe tous les sujets dont l'HbA1c est comprise entre 5,7 % et 6,4 %.

## **2. Epidémiologie**

Le diabète insulino-dépendant représente environ 5 % de l'ensemble de la population diabétique, soit en France 150 000 personnes. Il survient à tout âge, mais surtout avant 20 ans avec un pic de fréquence vers 12 ans. L'incidence avant l'âge de 15 ans en France est de 7 pour 100 000. Il existe un gradient nord-sud avec une incidence de 42 pour 100 000 en Finlande par exemple. Ce gradient nord-sud s'expliquerait par des raisons génétiques imparfaitement connues (absence d'acide aspartique en position 57 de la chaîne bêta HLA DQ) et des facteurs d'environnement presque totalement inconnus, bien que les virus semblent être à l'origine de ce gradient.

La prévalence de la maladie ne cesse d'augmenter, au rythme de 3 à 4% par an depuis une vingtaine d'année. De plus, son apparition est de plus en plus précoce, avec une augmentation importante de la prévalence chez les enfants de moins de 5 ans.

Les raisons de cette évolution sont à ce jour inexpliquées, mais les modifications de l'environnement et de son interaction avec le génome sont montrées du doigt. Cette augmentation de l'incidence correspondrait en fait à une « accélération » de la survenue de la maladie plus qu'à une authentique augmentation de la prévalence. Les raisons de cette accélération restent inconnues et ont suscité deux hypothèses :

- L'augmentation de l'obésité chez l'enfant serait responsable d'une insulino-résistance induisant un hyperinsulinisme favorisant l'agression auto-immune des cellules B.

- L'augmentation de l'hygiène du nouveau-né et de l'enfant diminueraient sa capacité de défenses immunitaires non spécifiques et expliquerait l'augmentation de l'incidence de survenue de maladies auto-immunes et allergiques chez l'enfant.

D'un point de vue économique le diabète représente le premier poste de dépenses de l'assurance maladie, 12,5 milliards d'euros de remboursement de soin par an. La consommation de soins remboursés aux personnes diabétiques de type I est de 6930€.

Le diabète se présente donc comme un enjeu de santé publique, mais aussi comme un enjeu économique. {3}

## **B. Physiopathologie du diabète de type I**

Le diabète de type I est classiquement caractérisé par une carence absolue ou quasi absolue de l'insulinosécrétion. Cette insulino-pénie est la conséquence principale d'une destruction auto-immune des cellules Bêta des îlots de Langerhans. Il faut néanmoins distinguer deux sous types de diabète de type I :

- Diabète de type 1a : diabète auto-immun → Présence d'anticorps
- Diabète de type 1b : diabète idiopathique → Absence d'anticorps

### **1. Immunité cellulaire, processus auto-immun**

La destruction de la cellule Bêta est essentiellement due à une infiltration des îlots par les lymphocytes T helper CD4 et des lymphocytes cytotoxiques CD8. Le processus auto-immun débute plusieurs années (environ 5 à 10 ans, voire plus) avant le début du diabète. Au cours de cette réaction sont produits des auto-anticorps dirigés contre certains antigènes pancréatiques. Ces auto-anticorps n'ont pas en eux-mêmes de rôle pathogène mais sont des marqueurs fiables du déroulement du processus auto-immun pathologique.

Les auto-anticorps, marqueurs de l'insulite pancréatique, sont essentiellement au nombre de quatre :

- Les anticorps anti-îlots (*islet cell antibody, ICA*), présents chez 50 à 80% des patients au début du diabète
- Les anticorps anti-GAD (glutamate acide décarboxylase), présents chez 80% des patients ayant un diabète de type I
- Les auto-anticorps anti-insuline, retrouvés surtout chez l'enfant
- Les anticorps anti-IA2, dirigés contre une tyrosine phosphatase membranaire des cellules Bêta, présents chez 50 à 70% des patients ayant un diabète de type I.

### **2. Prédisposition génétique**

Il s'agit d'une susceptibilité plurigénique mettant en cause une dizaine de gènes.

Le premier et le principal gène se situe sur le chromosome 6. Cette région abrite les gènes du complexe majeur d'histocompatibilité (CMH). L'association avec le diabète se fait essentiellement avec certains allèles de classe II codant pour les molécules HLA (*Human Leukocyte Antigen*) DR et DQ. Le risque relatif est de 3 à 5 lorsqu'il existe un antigène HLA

DR3 ou DR4. Le risque relatif atteint 20 à 40 lorsque les deux antigènes DR3 et DR4 sont associés. Cela signifie que l'association des antigènes HLA DR3 et DR4 est fréquente dans la population diabétique alors qu'elle est exceptionnelle dans la population non-diabétique.

Ainsi le risque pour des frères et sœurs peut être précisé en fonction de l'identité HLA avec le diabétique. Le risque est de 15% lorsque les frères ou sœurs présentent les deux halotypes HLA en commun avec le diabétique. Le risque n'est que de 7% lorsqu'ils n'ont qu'un seul halotype en commun et il est inférieur à 1% lorsque les deux halotypes sont différents.

Il a été identifié plusieurs autres régions contenant des gènes de prédisposition, notamment dans la région du gène de l'insuline sur le chromosome 11 ou encore dans les régions proches du récepteur de l'IGF (*Insulin-like growth factor*) sur le chromosome 15.

### **3. Facteurs environnementaux**

Des facteurs environnementaux sont probablement à l'origine du déclenchement du processus auto-immunitaire. Ils pourraient expliquer le « gradient nord-sud » du diabète de type I.

En effet, un enfant finlandais a 7 à 8 fois plus de risque de développer un diabète insulino-dépendant qu'un enfant français.

Ceci est en faveur de l'existence de facteurs environnementaux bien que les facteurs génétiques puissent également rendre compte de ce gradient.

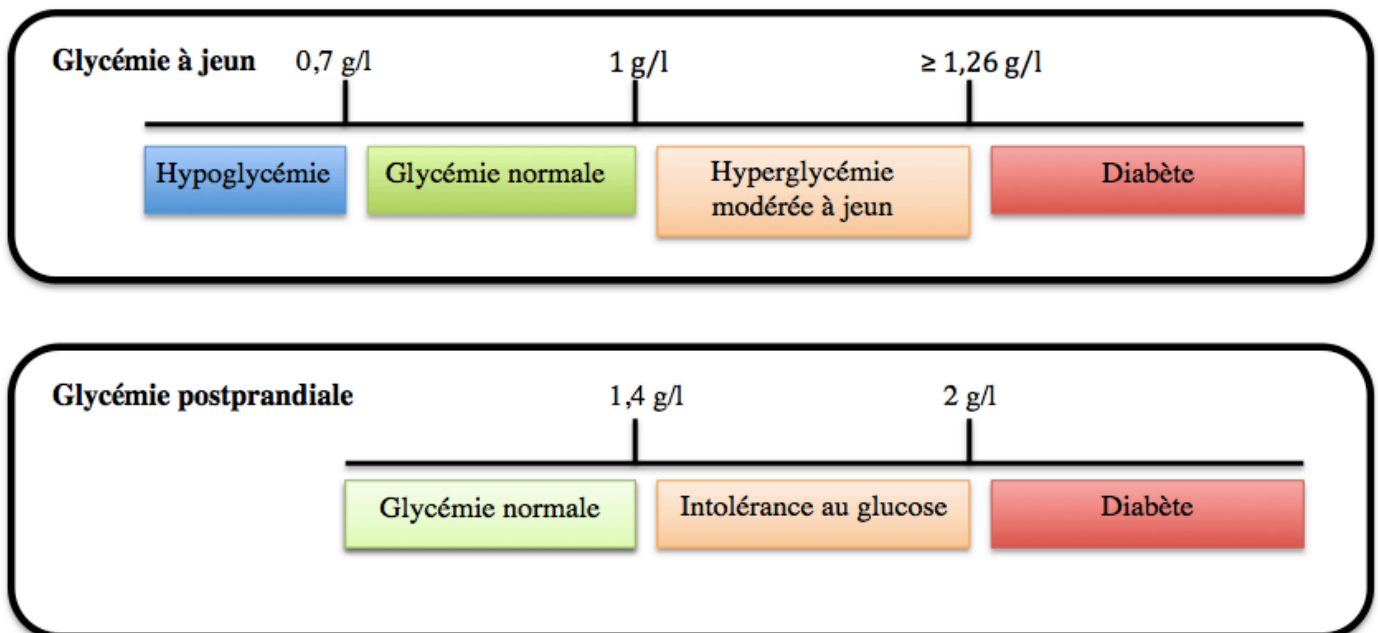
De plus, les virus semblent jouer un rôle dans la pathogénie du diabète de type I mais rien n'a été prouvé. Il a tout de même été rapporté une haute prévalence du diabète de type I (environ 20%) en cas de rubéole congénitale. D'autre part, certains virus pourraient présenter un mimétisme antigénique avec des protéines des cellules Bêta (peptide commun entre le virus coxsackie et la GAD = glutamate acide décarboxylase). L'infection virale pourrait être responsable de la sécrétion de cytokines, en particulier d'interféron gamma, favorisant par différents mécanismes le développement de la réaction auto-immune au niveau pancréatique. Les virus pourraient également participer à une destruction des cellules Bêta par des cytokines toxiques. {4}{5}

## C. Diagnostic du diabète de type I

### 1. Diagnostic biologique

Selon l'OMS, le diabète est défini par l'une des situations suivantes :

- Si la glycémie à jeun est supérieure ou égale à 1,26 g/l (= 7,0 mmol/l)
- Si il y a des signes cliniques d'hyperglycémie associés ET une glycémie mesurée à n'importe quel moment de la journée supérieure ou égale à 2 g/l (= 11,1 mmol/l)
- Ou si la glycémie à la deuxième heure du test HGPO (hyperglycémie provoquée orale) est supérieure ou égale à 2 g/l après ingestion de 75g de glucose. {2}



(P.Y Magnaldi - Thèse de doctorat en pharmacie - Marseille nov.2012)

### 2. Diagnostic clinique

Le diabète de type I (précédemment connu sous le nom de diabète insulino-dépendant ou juvénile) est d'apparition brutale chez le sujet jeune (enfants, adolescents, adultes jeunes (<30 ans)). {6}

Les signes cardinaux s'installent en quelques semaines :

- Polyurie : urines importantes, 3-4 l/jour
- Polydipsie : soif excessive
- Amaigrissement malgré une polyphagie et un appétit conservé

### 3. Examens complémentaires

Le diabète de type I est un diabète cétonique, conséquence directe de l'insulinopénie, on peut donc rechercher la présence de corps cétoniques dans le plasma ou dans les urines (bandelettes).

De plus, comme nous l'avons vu précédemment, quatre types d'anticorps marqueurs du diabète de type I peuvent être retrouvés : anti-îlots, anti-GAD (*Glutamic Acid Decarboxylase*), anti-insuline et anti-IA2 (*Insulinoma antigen-2*).

L'identification des autoantigènes impliqués dans la réponse dirigée contre les cellules  $\beta$  pancréatiques a beaucoup bénéficié de la recherche des autoanticorps impliqués. Ceux-ci ont permis d'identifier la plupart des cibles potentielles de la réaction auto-immune. La réponse humorale associée au diabète est dirigée contre plusieurs autoantigènes dominés par la triade « GAD, IA2 et insuline », même s'il existe d'autres antigènes mineurs. L'identification de ces autoantigènes a aussi permis d'améliorer le diagnostic humoral de l'auto-immunité pancréatique en conduisant à des tests utilisant des autoantigènes chimiquement définis et donc plus fiables.

La mesure des autoanticorps anti-GAD se fait par des tests immunologiques, dosage immuno-radiologique ou ELISA (*Enzyme-linked Immuno-Sorbent Assay*) accessibles aux laboratoires de routine. Les autoanticorps anti-GAD sont retrouvés dans 85 % des cas de diabète de type I. La spécificité de ces dosages est donc excellente minimisant ainsi le risque de faux positif à moins de 1 %. Les autoanticorps anti-GAD peuvent précéder l'apparition du diabète et persistent longtemps après son diagnostic aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte. C'est donc un excellent marqueur diagnostique du diabète de type I.

Les autoanticorps anti-IA-2 sont moins fréquents dans le diabète de type I que la GAD (environ 50 % au diagnostic). Ils sont d'autant plus fréquents que le sujet est jeune. Ils persistent moins longtemps que les anti-GAD après le diagnostic du diabète.

Au cours du diabète, la prévalence des anticorps anti-insuline est un peu plus faible que pour la GAD, environ 50 %. Ces anticorps anti-insuline détectés avant toute insulinothérapie sont surtout associés au diabète de type I à début juvénile. Après l'âge de 15 ans, ils deviennent beaucoup plus rares. {7}



## **D. Complications du diabète de type I**

### **1. Complications aiguës du diabète de type I**

#### **a. Hypoglycémie**

On parle d'hypoglycémie lorsque la valeur de la glycémie se situe aux environs de 0,6 g/L (< 0,7 g/L). Il est important de penser à une hypoglycémie chez toute personne diabétique présentant un coma.

Circonstance d'apparition :

- Surdosage en insuline (erreur de posologie)
- Activité physique soutenue sans adaptation de traitement
- Apport alimentaire insuffisant après injection d'insuline
- Absorption d'alcool

Signes cliniques :

Signes adrénérgiques (mineurs et précoces) :

- Mains moites, sueurs, pâleur, angoisse
- Faim, crampes, tremblements
- Palpitations, tachycardie

Signes neuroglycopéniques (centraux, majeurs) :

Le Glucose est une des principales sources d'énergie pour le cerveau. En cas d'hypoglycémie on peut parler de souffrance cérébrale.

- Trouble de la conscience, de la vision, céphalée (le matin au lever)
- Difficulté de concentration ou de langage
- Troubles du comportement : agressivité, sensation d'ébriété
- Contractures, convulsions

Risques liés aux hypoglycémies :

Les hypoglycémies sévères conduisent au coma hypoglycémique voir même au décès ou à des séquelles neurologiques ou cognitives pouvant être irréversibles. Ces hypoglycémies exposent au risque de décompensation d'une complication préexistante (infarctus du myocarde, saignement d'une rétinopathie, troubles du rythme en cas de coronaropathie).

Les hypoglycémies mineures sont réputées bénignes, mais elles ont des répercussions importantes sur la qualité de vie et peuvent conduire certains patients à des mesures d'évitement ou de correction excessive, préjudiciables au contrôle de la glycémie. Lorsque ces hypoglycémies sont répétées et parfois prolongées, en particulier si elles sont nocturnes, elles peuvent conduire à un abaissement du seuil de perception des hypoglycémies progressivement réversible après adaptation du traitement.

#### Traitement de l'hypoglycémie :

Lors d'une hypoglycémie, il faut premièrement cesser toute activité s'il y en a une. Deuxièmement, il faut si cela est possible vérifier la glycémie capillaire pour confirmer l'hypoglycémie.

Par la suite, il est essentiel de resucrer le patient : Il faut prendre immédiatement un sucre « rapide » c'est à dire trois carrés de sucre ou deux cuillères à soupe de miel ou encore une pâte de fruit associé avec un verre de soda ou de jus de fruit (15 cl).

Il est important de refaire un contrôle de la glycémie 30 minutes après. Si celle-ci est toujours basse alors le patient doit aussi ingérer 10 g de glucides (2 biscottes, 100g de compote, 1 madeleine, 2 biscuits secs, 1 fruit).

Si la glycémie ne remonte toujours pas ou s'il y a des troubles de la conscience, on peut parler de coma hypoglycémique et dans ce cas-là il faut recourir au glucose par voie intraveineuse (30 à 50 ml de soluté glucosé à 50 % puis perfusion de soluté glucosé à 5 %).

Il est aussi possible de recourir à une injection en intramusculaire ou sous-cutanée de Glucagon (Glucagen<sup>®</sup>).

Le Glucagon est une hormone hyperglycémisante, il mobilise les glucides de réserve et stimule la synthèse de glucose au niveau hépatique et au niveau du tissu graisseux.

#### Prévention des hypoglycémies :

La prévention des hypoglycémies repose en grande partie sur l'éducation thérapeutique des patients. En effet tout diabétique insulino-traité doit être informé des manifestations cliniques précoces et des circonstances de survenue de l'hypoglycémie et avoir à sa disposition en permanence quelques morceaux de sucre. Le rôle du pharmacien d'officine est primordial dans la prévention des hypoglycémies.

Lorsqu'il existe un risque important d'hypoglycémie sévère, en particulier du fait de la non-perception des hypoglycémies, il faut renforcer l'autosurveillance glycémique, optimiser les

moyens d'administration de l'insuline pour limiter le risque d'hypoglycémie nocturne (administration continue sous-cutanée ou intrapéritonéale par pompe) et revoir à la hausse les objectifs glycémiques.

Nous reviendrons sur l'hypoglycémie dans le chapitre IV : Rôle du pharmacien d'officine.

### **b. Acidocétose**

L'acidocétose diabétique est une complication métabolique mettant en jeu le pronostic vital. Cette complication peut être révélatrice du diabète de type I ou survenir à l'occasion d'une interruption accidentelle ou volontaire du traitement insulinaire ou lors d'une affection intercurrente sévère.

Son incidence est en diminution depuis l'amélioration des modalités de traitement et surtout de surveillance du diabète de type I, mais elle reste évaluée à environ 5 cas/1000 patients-années avec une mortalité voisine de 4-5 %, variable en fonction du terrain et de la précocité de la prise en charge thérapeutique.

L'acidocétose résulte d'une carence absolue ou relative en insuline conduisant à une hyperglycémie par diminution de l'utilisation périphérique du glucose et augmentation de sa production hépatique. L'hyperglycémie provoque une polyurie osmotique responsable d'une déshydratation et d'une augmentation de la lipolyse, le catabolisme des acides gras conduit à une acidose métabolique par excès de production de corps cétoniques.

#### Manifestations cliniques :

L'acidocétose s'installe généralement sur plusieurs heures, voire dans certains cas quelques jours, au cours desquels les manifestations cliniques sont essentiellement représentées par le syndrome cardinal. L'acidose est compensée par le pouvoir tampon du sang. La cétose n'est attestée que par la présence de corps cétonique dans les urines ou dans le sang capillaire.

Lorsque l'acidocétose est confirmée, le tableau clinique associe :

- Etat de déshydratation. Essentiellement une déshydratation extracellulaire (pli cutané, hypotension artérielle voir collapsus), la composante intracellulaire survient surtout en cas d'hyperglycémie importante (soif, sécheresse buccale, hypotonie des globes oculaires).
- Respiration de Kussmaul (polypnée ample et bruyante)
- Odeur acétonique de l'haleine (pomme reinette)
- Troubles de la conscience

- Troubles digestifs (nausées, vomissements, douleurs abdominales)
- Crampes musculaires
- Hypothermie

#### Traitement de l'acidocétose :

Lors de la phase de constitution d'une acidocétose, sa prise en charge est possible par l'administration de suppléments d'insuline rapide associés à un apport glucidique et une hydratation correcte.

Pour une acidocétose installée, une hospitalisation est nécessaire. La prise en charge comporte trois volets principaux :

- Correction de la déshydratation par soluté salé isotonique (9g/L)
- Insulinothérapie intraveineuse (habituellement 10U/h d'insuline rapide ou 0,1 U/kg/h)
- Compensation des pertes en potassium (1,5 à 2g de KCl/h en perfusion)

#### Prévention de l'acidocétose :

Elle repose sur l'éducation du patient diabétique de type I : pas d'interruption de l'insulinothérapie, gestion des situations à risque, recherche de corps cétoniques plasmatiques ou urinaires, correction par supplément d'insuline (ou analogues) rapide et contrôle de l'évolution de la cétose, appel du médecin en cas de persistance ou d'aggravation des symptômes.

#### **c. Etats hyperosmolaires**

Le coma hyperosmolaire est caractérisé par une hyperglycémie sévère sans cétose, accompagné d'une déshydratation majeure. Cet état s'installe généralement sur plusieurs jours mais peut être bien plus rapide notamment chez les sujets âgés. Cette hyperglycémie déclenche une polyurie osmotique et de ce fait un mouvement d'eau du compartiment intracellulaire vers les compartiments extracellulaires. Cette polyurie s'accompagne de pertes sodées, cependant à mesure que la déshydratation progresse, s'installe une insuffisance rénale fonctionnelle conduisant à une majoration de l'hyperglycémie et à l'installation d'une hypernatrémie.

#### Facteurs favorisants :

- Diabète de type 2 non insulino-traité ou mal équilibré principalement
- Age > 70 ans

- Toute cause de déshydratation : diarrhées, vomissements, traitement diurétique
- Toute pathologie intercurrente : infection, infarctus du myocarde

#### Manifestations cliniques :

- Déshydratation
- Asthénie
- Perte de poids
- Troubles de la conscience
- Comas

#### Traitement :

La priorité est la correction de l'hypovolémie et la prévention de l'insuffisance rénale par administration de solutés sodés associée à une insulinothérapie intraveineuse permettant le retour progressif à une glycémie normale.

#### **d. Acidose lactique**

Il s'agit d'une complication extrêmement rare mais le pronostic reste gravissime. Sa fréquence est évaluée à 2 à 9/100 000 patients-années. Sa mortalité reste supérieure à 30 %.

Elle correspond à une hyperproduction tissulaire d'acide lactique. Elle est susceptible de survenir dans un contexte d'intoxication par la metformine. Elle touche généralement le sujet âgé (70 ans) atteint de diabète de type 2 et traité par biguanides.

La production d'acide lactique résulte de la transformation sous l'effet de la lactodéshydrogénase du pyruvate produit par la glycolyse.

Elle se traduit initialement par des douleurs abdominales et des crampes musculaires et évolue vers l'oligo-anurie et le collapsus cardiovasculaire.

Sa prévention repose sur le respect des contres indications des biguanides et de l'interruption du traitement lors de toute affection intercurrente sévère ou de signes prémonitoires d'acidose lactiques. {8}{9}{10}

## **2. Complications chroniques du diabète de type I**

### **a. Complications microangiopathiques**

Secondaires à l'hyperglycémie chronique, ce sont des complications spécifiques du diabète qui regroupent des atteintes des petits vaisseaux au niveau de la rétine (rétinopathie), du rein (néphropathie) et du système nerveux (neuropathie).

#### **❖ Rétinopathie**

La rétinopathie diabétique reste une cause importante de malvoyance et la première cause de cécité chez les sujets de moins de 60 ans dans l'ensemble des pays industrialisés. La rétinopathie diabétique reste silencieuse pendant de nombreuses années.

Elle ne devient symptomatique qu'au stade des complications. Seul un examen régulier et systématique permet de la diagnostiquer précocement et de la traiter.

Les stades initiaux sont caractérisés par la présence de microanévrismes, d'hémorragies punctiformes et de petits nodules cotonneux. Les hémorragies intrarétiniennes en taches et les anomalies microvasculaires intrarétiniennes représentent les stades les plus sévères. Les formes graves, mettant en jeu le pronostic visuel, s'expriment sous deux modalités :

→ Prolifération néovasculaire à l'origine d'hémorragies prérétiniennes et intravitréennes pouvant conduire au décollement de la rétine par traction lors de leur résorption.

→ Œdème maculaire secondaire à l'hyperperméabilité du lit capillaire rétinien qui représente souvent la modalité évolutive de la rétinopathie sévère chez le sujet âgé.

L'examen ophtalmologique du patient diabétique doit être complet, bilatéral et comparatif.

Tout d'abord, il convient de procéder à un interrogatoire du patient :

- Ancienneté et le type de diabète
- Equilibre glycémique (dernière hémoglobine glyquée)
- Présence d'une hypertension artérielle associée et équilibre tensionnel
- Signes fonctionnels oculaires et notion de baisse de l'acuité visuelle.

Par la suite, on mesure l'acuité visuelle de loin et de près. On réalise un examen du segment antérieur à la lampe à fente afin de rechercher une éventuelle cataracte ou un glaucome compliquant une rétinopathie diabétique proliférante. On mesure le tonus oculaire afin de mettre en évidence une éventuelle hypertonie en faveur d'un glaucome. On terminera par l'examen du fond d'œil qui est l'examen clé du dépistage et de la surveillance.

## ❖ Néphropathie

Le diabète représente l'une des premières causes d'insuffisance rénale terminale. La néphropathie diabétique est définie classiquement, soit par la présence d'une protéinurie permanente (encore appelée « macroalbuminurie ») caractérisée par une excrétion urinaire d'albumine supérieure à 300 mg par 24 heures, soit par l'association d'une protéinurie permanente et d'une altération de la fonction rénale marquée par une réduction du débit de filtration glomérulaire et une augmentation de la créatininémie.

Très schématiquement la néphropathie diabétique évolue en plusieurs phases dont la durée s'étale sur 10 à 20 ans :

- Une phase cliniquement asymptomatique comportant une hyperfiltration glomérulaire puis une phase de macroalbuminurie
- Une phase de protéinurie avec hypertension artérielle, rétention sodée et altération modérée de la fonction rénale
- Enfin, une phase d'insuffisance rénale chronique à marche rapide.

La maladie rénale diabétique et l'hypertension s'autoaggravent mutuellement et majorent le risque cardiovasculaire global.

La prise en charge thérapeutique d'une néphropathie diabétique est complexe. Elle est destinée à prévenir l'apparition et en réduire la progression. Une prise en charge globale du patient diabétique s'impose, visant à contrôler au mieux l'équilibre glycémique, à optimiser le contrôle de la pression artérielle (les sartans bloquant le système rénine-angiotensine et les inhibiteurs de l'enzyme de conversion), à minimiser la protéinurie et à corriger les facteurs associés.

## ❖ Neuropathie

La neuropathie diabétique est d'origine multifactorielle. Des facteurs métaboliques, vasculaires, génétiques, environnementaux et nutritionnels peuvent être impliqués. Cependant l'hyperglycémie chronique joue certainement un rôle central à la fois dans l'atteinte nerveuse périphérique et autonome.

Les atteintes du système nerveux périphérique observées chez des patients diabétiques semblent répondre à deux mécanismes : l'ischémie résultant de l'atteinte de la microcirculation nerveuse et les troubles métaboliques résultant de l'hyperglycémie.

Il existe plusieurs formes cliniques de la neuropathie diabétique :

- Les mononeuropathies et mononeuropathies multiples, 10 à 15% des neuropathies diabétiques
- Les polyneuropathies diabétiques, 80 à 85% des neuropathies diabétiques
- La neuropathie végétative

Les traitements de la neuropathie diabétique sont tout d'abord préventifs. Si la neuropathie est installée, l'objectif du traitement est d'essayer de cibler les mécanismes physiopathologiques et de soulager les symptômes de la neuropathie périphérique et/ou autonome.

### **b. Complications macroangiopathiques**

Les accidents cardiovasculaires et neurovasculaires représentent la principale cause de mortalité des diabétiques, en particulier de type II.

Ainsi, on ne s'attardera pas sur ces complications cependant il nous faut quand même les citer.

Par opposition à la microangiopathie qui touche la microcirculation, on désigne sous le terme de microangiopathie diabétique l'atteinte des artères musculaires allant de l'aorte jusqu'aux petites artères distales de diamètre supérieur à 200  $\mu\text{m}$ . En réalité la macroangiopathie diabétique associe deux maladies artérielles distinctes :

- D'une part, l'athérosclérose qui semble histologiquement identique à l'athérosclérose du non diabétique
- D'autre part, l'artériosclérose, caractérisée par une prolifération endothéliale et une dégénérescence de la média.

Les complications macroangiopathiques peuvent causer des accidents vasculaires cérébraux, des coronaropathies (infarctus du myocarde) ainsi que des artérites des membres inférieurs.

{11}{12}



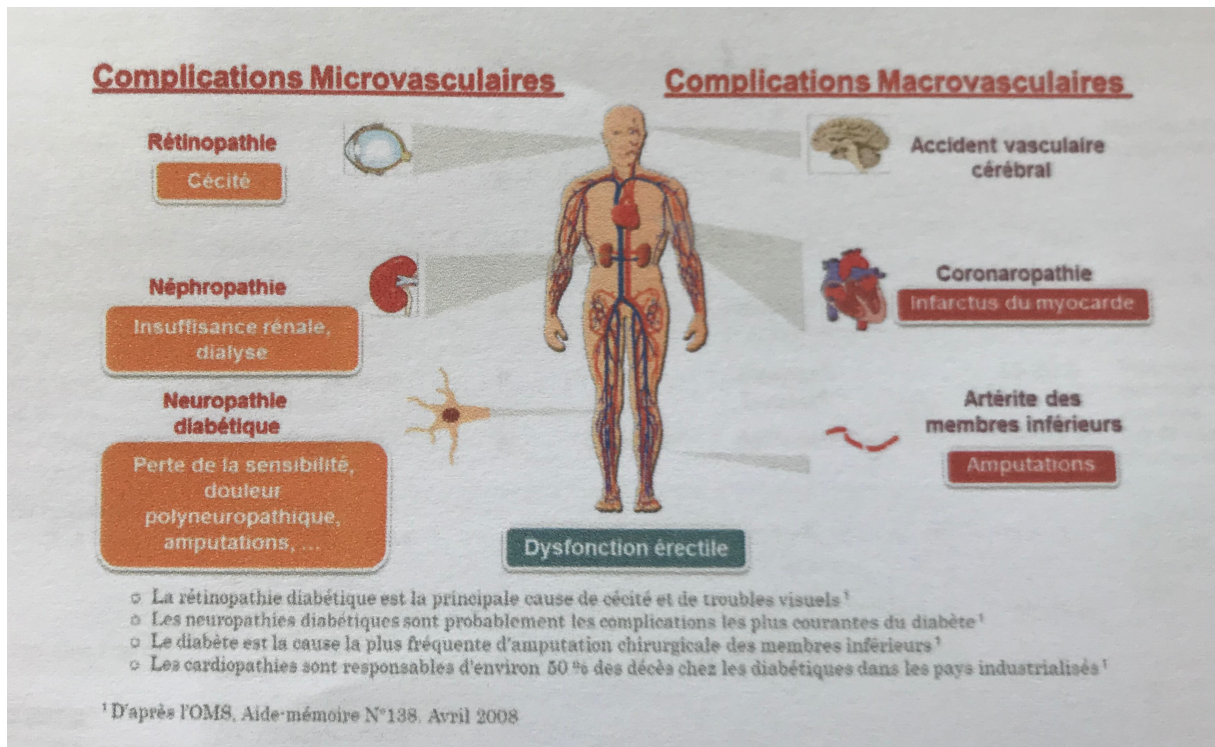


Figure 1 : Complications chroniques chez le patient diabétique (OMS Aide-mémoire N°138, Avril 2008)

### III. Prise en charge du diabète de type I

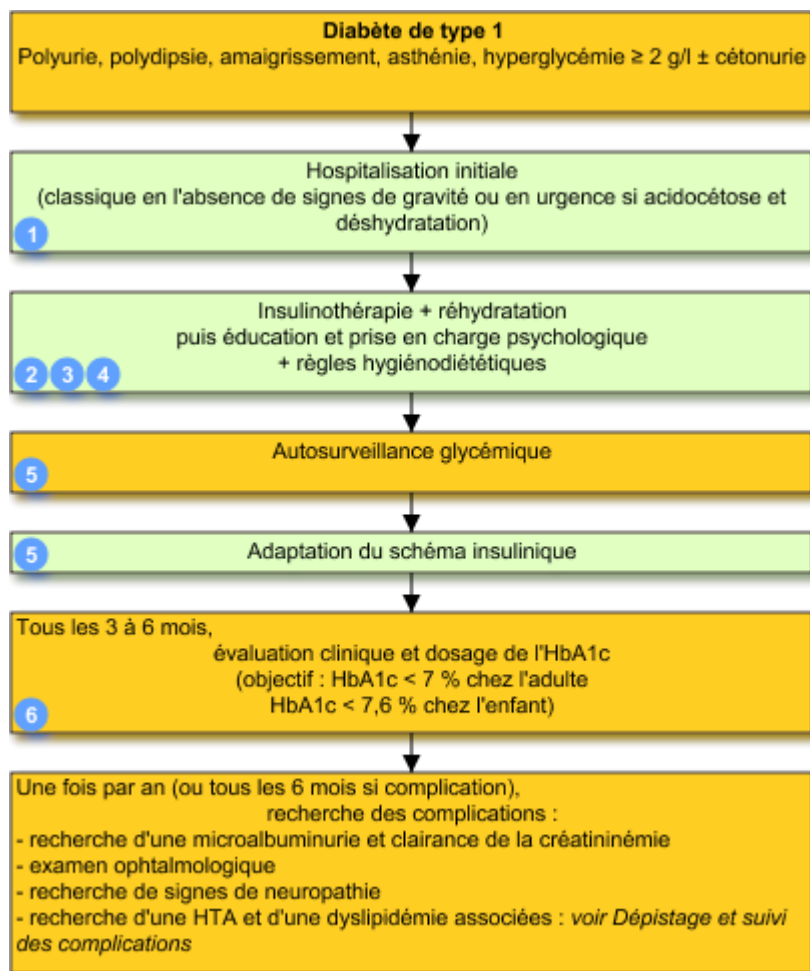


Figure 2 : schéma récapitulatif de la prise en charge du diabète de type 1  
(<http://apisoap-beta.vidal.fr>)

#### 1. Hospitalisation

Elle est systématique pour la mise en route du traitement. Elle est urgente en cas d'acidocétose et de déshydratation, et peut nécessiter des mesures de réanimation.

#### 2. Insulinothérapie

Elle est débutée immédiatement en cas d'acidocétose, en association avec d'éventuelles mesures de réanimation (réhydratation, correction de l'hypokaliémie). L'insuline peut par la suite être administrée selon différents schémas, dans le but de mimer au mieux l'insulinosécrétion physiologique (voir Suivi et adaptation du traitement). La pompe à insuline externe est une alternative utile chez le jeune enfant, la femme enceinte ou l'adulte volontaire.

### 3. Éducation thérapeutique et aide psychologique

Essentielle, l'éducation thérapeutique doit être dispensée par des professionnels de santé qui prennent en compte le vécu du patient et de son entourage.

Le diabète peut provoquer une détresse personnelle et familiale grave. Un soutien psychologique peut améliorer le contrôle métabolique.

### 4. Règles hygiéno-diététiques

Les conseils nutritionnels doivent être adaptés aux traditions culturelles, ethniques et familiales, et agissent de façon indissociable de l'action de l'insulinothérapie.

La pratique régulière d'une activité physique permet souvent de diminuer les doses quotidiennes d'insuline et favorise un meilleur équilibre métabolique.

### 5. Autosurveillance et adaptation du traitement

L'autosurveillance glycémique par mesure de la glycémie capillaire est essentielle. Elle permet d'évaluer les réponses glycémiques à l'insuline, à l'alimentation et à l'exercice physique. Les lecteurs de glycémie, de plus en plus simples à manier, gardent en mémoire les glycémies et permettent d'ajuster les doses d'insuline et leur répartition journalière. L'adaptation est nécessaire en cas d'événements intercurrents : infections, fièvre, chirurgie, traumatisme. Dans les hôpitaux, les holters glycémiques permettent d'affiner ponctuellement le profil glycémique d'un patient.

### 6. Surveillance de l'HbA1c

C'est un paramètre indispensable de surveillance, à interpréter en fonction de la présence éventuelle d'hypoglycémies. {13}

## **A. Mesure hygiéno-diététiques**

Les mesures hygiéno-diététiques sont la base de la prise en charge des états diabétiques. Elles visent non seulement l'amélioration de la glycémie mais aussi celle des facteurs de risque fréquemment associés au diabète.

Les mesures diététiques doivent être entreprises dès la découverte du diabète en association avec une insulinothérapie immédiate.

Les mesures nutritionnelles permettent d'éviter les trop grandes fluctuations glycémiques. Il est important pour un sujet insulinodépendant d'avoir trois principaux repas ainsi qu'une à deux collations par jour. L'horaire des collations doit être judicieusement établi afin de prévenir le possible risque d'hypoglycémie.

Les apports nutritionnels doivent être calculés en fonction du profil glycémique et du schéma insulinique de chaque patient. Ils doivent permettre le maintien de son poids ou, si nécessaire, le retour au poids idéal.

L'administration d'insuline ne parvient jamais à reproduire la sécrétion normale qui est régulée chez le sujet non diabétique par un système de feedback précis dont les facteurs déclenchants sont les taux de la glycémie et ses variations. L'absorption intestinale des glucides alimentaires est un phénomène aléatoire et variable d'un jour à l'autre empêchant la reproductibilité parfaite des profils glycémiques. A titre d'exemple, deux repas qui contiennent la même quantité de glucides ne conduisent pas à la même montée glycémique postprandiale car la nature de l'aliment, son degré de cuisson, son association avec d'autres aliments et la vitesse de vidange gastrique interviennent dans l'absorption intestinale des glucides.

Ainsi le but des mesures diététiques est d'essayer de réduire cette variabilité en proposant un programme nutritionnel dans lequel les quantités de glucides doivent être relativement constantes pour un repas donné et dans lequel toute augmentation de la ration glucidique doit être compensée par un ajustement adéquat des doses d'insuline. En général, la dose d'insuline est de 1 unité pour 10g de glucides. Pour le petit-déjeuner il est souvent nécessaire de prévoir une dose plus élevée 1,5 à 2 unités pour 10g de glucides car c'est le moment où l'insulonorésistance et la production hépatique de glucose sont à leur maximum.

De manière générale, les apports glucidiques doivent être inférieurs ou égaux à 40% des apports caloriques journaliers (ACJ).

Concernant les apports lipidiques, il n'y a pas de réelle limitation, ils représentent 40% des ACJ.

Les apports protéiques doivent être généralement inférieurs ou égaux à 20% des ACJ.

De plus, il a été démontré dans les travaux de Jenkins que des quantités identiques d'hydrate de carbone contenues dans des aliments différents peuvent conduire à des réponses hyperglycémiques très variables.

L'index glycémique reste à ce jour la méthode de référence pour estimer le pouvoir hyperglycémiant d'un aliment ou d'un repas glucidique par rapport à un repas « standard » qui dans la majorité des cas est constitué par une charge orale de 50g de glucides sous forme de pain blanc. Dans ces conditions, les aliments peuvent être classés en fonction de la valeur de leur index glycémique (annexe numéro 1). Les recommandations classiques pour limiter les montées postprandiales consistent à privilégier la consommation d'aliments ayant des index glycémiques faibles. Ainsi, la majorité des apports glucidiques devrait être assurée par des féculents (pâtes, riz, légumes secs), du lait, des fruits ou des légumes. En revanche, la consommation de pain devrait être contrôlée car son pouvoir hyperglycémiant est voisin du saccharose. La consommation d'aliments contenant des glucides très hyperglycémians ne doit pas être interdite chez le diabétique mais il est préférable de rester dans des limites raisonnables. Les pâtisseries ou confiseries ne doivent être consommées que de manière occasionnelle.

De manière plus générale, il est préférable d'éviter la consommation d'aliments à fort pouvoir hyperglycémiant aux moments de la journée où les variations hyperglycémiques sont les plus marquées. C'est notamment le cas après le petit-déjeuner, cette période étant caractérisée par une montée excessive de la glycémie.

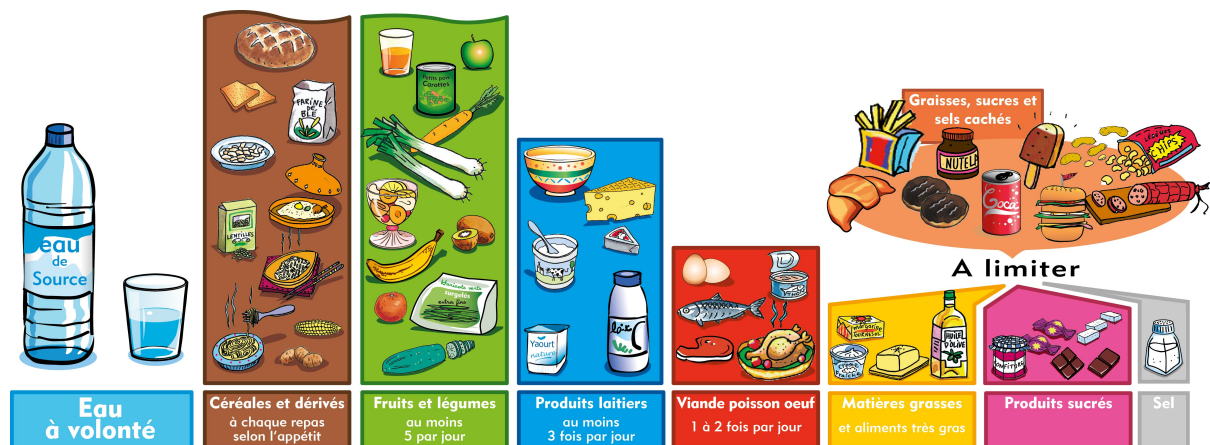
Il est conseillé de consommer les aliments à fort index glycémique plutôt au repas du midi ou du soir.

L'amélioration de la tolérance glucidique est l'effet le plus constamment observé lorsque l'on ajoute des fibres alimentaires. D'un point de vue quantitatif, l'apport total de fibres alimentaires devrait se situer aux alentours de 20 à 30 g par jour.

{14}

## Les principales mesures hygiéno-diététiques à rappeler aux patients diabétiques de type I :

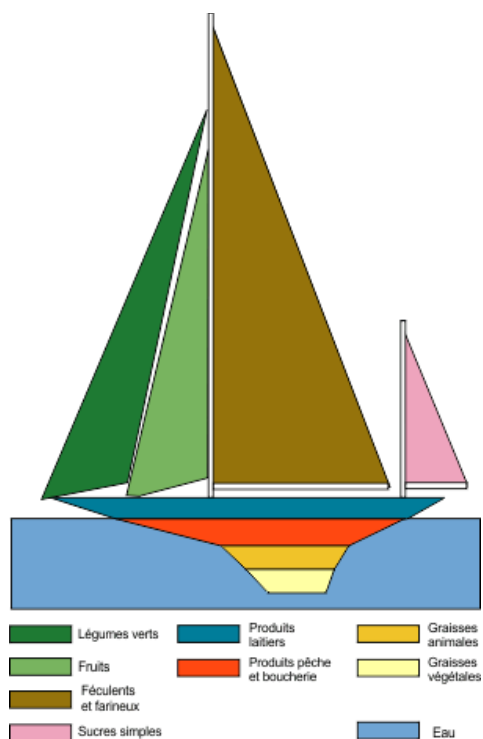
- Prendre trois repas quotidiens, à heures régulières, en variant l'alimentation
- Consommer des légumes, sources de vitamines et de fibres, à chaque repas
- Privilégier les sucres complexes (pain complet céréales, féculents...)
- Eviter les produits sucrés (pâtisseries, viennoiseries, barres chocolatées)
- Boire 1 à 1,5 L d'eau par jour minimum
- Pratiquer une activité physique régulière (30 minutes de marche par jour, exercice...)
- Vérifier régulièrement la glycémie afin de pouvoir adapter son repas et éventuellement les doses d'insulines
- Arrêt du tabac
- Réduire la consommation d'alcool
- Diminuer la consommation de graisses animales, viandes et charcuterie ; privilégier la consommation de poisson
- Limiter la consommation de fromage à une portion par jour et compléter par un laitage afin de couvrir les besoins en calcium.



D'après le Programme National Nutrition Santé (PNNS)

Figure 3 : Alimentation et diabète (<https://www.ajd-diabete.fr/le-diabete/vivre-avec-le-diabete/l'alimentation/>)

Afin de permettre au patient diabétique de mieux comprendre l'équilibre alimentaire, le pharmacien peut lui montrer le bateau de l'équilibre illustrant les différentes familles d'aliments. Il pourra lui expliquer les différentes familles d'aliments avec leurs couleurs respectives : Féculent, viande poisson œufs, légumes, fruits, produits laitiers, matière grasse, produits sucrés, boisson = eau.



*Le bateau de l'équilibre alimentaire*

Figure 4 : Le bateau de l'équilibre alimentaire (*Mon diabète et moi, coordination santé*)

## **B. Stratégies thérapeutiques des désordres glycémiques**

L'insuline fut pour la première fois administrée à l'Homme en 1922 à partir d'un extrait plus ou moins purifié de pancréas de porc. Cette première injection fera baisser transitoirement la glycémie et sera suivie d'un abcès au point d'injection dû aux impuretés de la préparation. Quelques jours plus tard, une seconde administration d'un extrait plus pur sera plus concluante et récompensée par le prix Nobel de physiologie et de médecine en 1923.

### **1. Insulinothérapie**

#### **❖ Propriétés**

L'insuline est une hormone protéique hypoglycémisante sécrétée par le pancréas, en particulier par les cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans. Elle a pour propriété de faire baisser la glycémie en augmentant la captation du glucose au niveau périphérique par le muscle et surtout par le tissu adipeux par l'intermédiaire des récepteurs à l'insuline. Elle accroît le stockage du glycogène et permet la glycolyse aérobie dans les muscles. Dans le foie, elle augmente la biosynthèse du glycogène et des acides gras. Dans le tissu adipeux, elle accroît le stockage des lipides, favorise la synthèse protéique et possède des effets anticétosiques : elle réduit la néoglucogenèse et l'oxydation des acides gras.

Elle est aussi anticatabolique, favorisant la pénétration intracellulaire du potassium.

En France, les insulines sont maintenant toutes produites par biotechnologie (ADN recombinant).

#### **❖ Indications**

L'insulinothérapie est indiquée dans :

- Le diabète insulino-dépendant ou insulino-nécessitant (type I)
- Le diabète gestationnel en cas d'objectifs glycémiques non atteints grâce aux règles hygiéno-diététiques
- Le diabète de type II en cas d'échec des règles hygiéno-diététiques et des antidiabétiques oraux en association
- Acidocétose diabétique et coma acidocétosique



### ❖ Effets indésirables

- Hypoglycémie (surdosage)

L'injection peut provoquer une baisse brutale et importante de la glycémie, pouvant aller jusqu'au coma. L'hypoglycémie est l'effet secondaire le plus fréquent et est associée à des signes caractéristiques de type asthénie, sensation de faim, sueurs profuses, céphalées, tremblements, troubles visuels, confusion.

L'administration de sucres rapides (morceau de sucre, confiture) permet de pallier rapidement aux symptômes.

- Réactions allergiques

Les réactions allergiques locales se manifestent par une rougeur, un œdème et des démangeaisons au niveau du site d'injection et disparaissent généralement au bout de quelques jours, voire quelques semaines. Ces réactions peuvent être dues à des facteurs autres que l'insuline comme par exemple à des antiseptiques irritants, à une injection trop superficielle ou encore à des conservateurs contenus dans la préparation.

Les réactions allergiques générales, plus rares, peuvent être dues à l'insuline ou au métacrésol (constituant de l'insuline). Elles peuvent entraîner une éruption généralisée sur tout le corps, une dyspnée, une respiration sifflante, une baisse de la pression artérielle, une accélération du pouls et une transpiration. Le traitement par des antihistaminiques peut parfois suffire, mais l'adrénaline et les glucocorticoïdes par voie intraveineuse (IV) sont souvent nécessaires.

- Lipodystrophies au point d'injection

La lipodystrophie correspond à une prolifération ou une régression du tissu adipeux sous-cutané. Il est possible de limiter les lipodystrophies en changeant régulièrement le site d'injection.

- Effet orexigène (prise de poids)

- Hypokaliémie

Lors du traitement des acidocétoses et des comas diabétiques, il est important d'anticiper le risque d'hypokaliémie avec un apport précoce et important de potassium.

### ❖ Contre-indications

Si une insulinothérapie est nécessaire, il n'y a pas de contre-indications sauf allergie à un des constituants (matécresol, protamine, parahydroxybenzoate de méthyle).

### ❖ Interactions médicamenteuses

Un risque d'hypoglycémie existe avec certaines substances :

- L'acide acétylsalicylique et autres salicylés (surtout à forte dose)  
Exemples : Aspirine<sup>®</sup>, Aspégic<sup>®</sup>
- Les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC)  
Exemples : Triatec<sup>®</sup>, Renitec<sup>®</sup>, Zestril<sup>®</sup>
- Les bêtabloquants, surtout les non cardiosélectifs, possèdent une action hypoglycémiant propre. Ils masquent les réactions neurovégétatives qui signalent une hypoglycémie débutante (palpitations, tachycardie, sueurs).  
Exemples : Avlocardyl<sup>®</sup>, Kredex<sup>®</sup>
- L'alcool éthylique (association déconseillée) en raison d'un risque majoré d'hypoglycémie, éviter les médicaments contenant de l'alcool et la prise de boisson alcoolisée

En cas de nécessité d'associer de tels médicaments à l'insuline, il convient d'en prévenir le patient et d'en renforcer l'autosurveillance glycémique.

Certains médicaments sont susceptibles d'entraîner une hyperglycémie :

- Les neuroleptiques à forte dose comme la chlorpromazine
- Le Danazol<sup>®</sup> (substance antigonadotrope), association déconseillée en raison d'un risque de poussée d'hyperglycémie et parfois de cétose
- Les médicaments à excipients sucrés (lactose, saccharose...)
- Les progestatifs à fortes doses
- Les glucocorticoïdes
- Les bêta-2-mimétiques
- Les diurétiques thiazidiques et ceux de l'anse

Comme précédemment si ces traitements ne peuvent être évités, il faut en informer le patient et renforcer l'autosurveillance glycémique et urinaire et éventuellement adapter la posologie de l'insuline.

### ❖ Conservation de l'insuline

Il faut distinguer deux principales situations :

- L'insuline de réserve
- L'insuline en cours d'utilisation

L'insuline de réserve (non entamée), que ce soit des flacons, des cartouches ou des stylos jetables, doit être conservée au réfrigérateur à une température comprise entre + 2°C et + 8°C.

L'insuline en cours d'utilisation (entamée) peut être conservée un mois à température ambiante jusqu'à + 25°C tout en étant protégée de la lumière.

Il est conseillé d'éviter d'injecter une insuline exposée plus de 72 heures à une température supérieure ou égale à + 35°C. {15} {16} {17}

### ❖ Les différents types d'insulines

En dehors des situations particulières (état d'urgence, réanimation, intervention chirurgicale, déséquilibres aigus), l'insuline est administrée en injection sous cutanée. Les insulines sont dosées à 100 UI/ml et conditionnées sous forme de flacons de 5 ou 10ml, cartouches de 3 ml ou stylos préremplis jetables.

C'est la durée d'action des insulines par voie sous-cutanée qui permet leur classification :

- Analogues rapides de l'insuline (insulines ultrarapides) : début d'action entre 15 à 30 min, pic entre 1 et 3 heures, durée d'action 3 à 5 heures.

Elle s'administre au moment des repas.

L'insuline humaine normale a tendance à l'autoagrégation, ainsi par modifications chimiques d'acides aminés il a été développé les analogues rapides de l'insuline. On distingue 3 types d'analogues rapides de l'insuline : l'insuline lispro, l'insuline asparte et l'insuline glulisine.

- Insulines rapides (régulières) : début d'action entre 30 à 60 min, pic entre 2 et 4 heures, durée d'action 5 à 8 heures.

Elle s'administre par injection sous cutanée 20 à 30 minutes avant le repas.

- Insulines à action intermédiaire (insulines NPH : *Neutral Protamine Hagedorn*) : début d'action entre 1 à 2 heures, pic entre 4 et 6 heures, durée d'action 10 à 12 heures.

Ce type d'insuline permet de couvrir les besoins basaux de l'insuline et non postprandiaux.

Le principe de l'insuline NPH consiste à introduire dans la préparation de l'insuline une protéine, la protamine, qui en se combinant à l'insuline forme un complexe insuline-protamine. La dissociation de ce complexe dans le tissu cellulaire sous-cutané nécessite un délai ce qui permet d'obtenir une insuline d'action intermédiaire.

- Insulines lentes et ultralentes (analogues de l'insuline d'action prolongée) : début d'action entre 2 et 4 heures, durée d'action 14 à 24 heures pour l'insuline détémir et glarine, durée d'action jusqu'à 40h pour l'insuline dégludec.

Les analogues lents couvrent les besoins basaux en insuline et doivent être complétés par des insulines d'action rapide avant les repas.

Les analogues lents sont aussi obtenus par modification chimique des acides aminés portant sur une chaîne carbonée de l'insuline humaine normale.

- Insulines pré-mélangées : l'insuline pré-mélangée correspond à l'association de l'insuline rapide ou analogue rapide (insuline asparte, lispro ou insuline humaine ordinaire) et de l'insuline NPH. Seule la quantité d'insuline ou analogue rapide est indiquée. Les insulines pré-mélangées ne sont pas proposées en première intention.

Ainsi la durée d'action des insulines peut être résumée par une règle simple : 3, 6, 12, 24, 48, c'est à dire 3 heures de durée d'action pour les insulines ultrarapides, 6 heures pour les insulines régulières, 12 heures pour les insulines intermédiaires, 24 heures pour les insulines lentes et plus de 48 heures pour les formes ultra lentes.

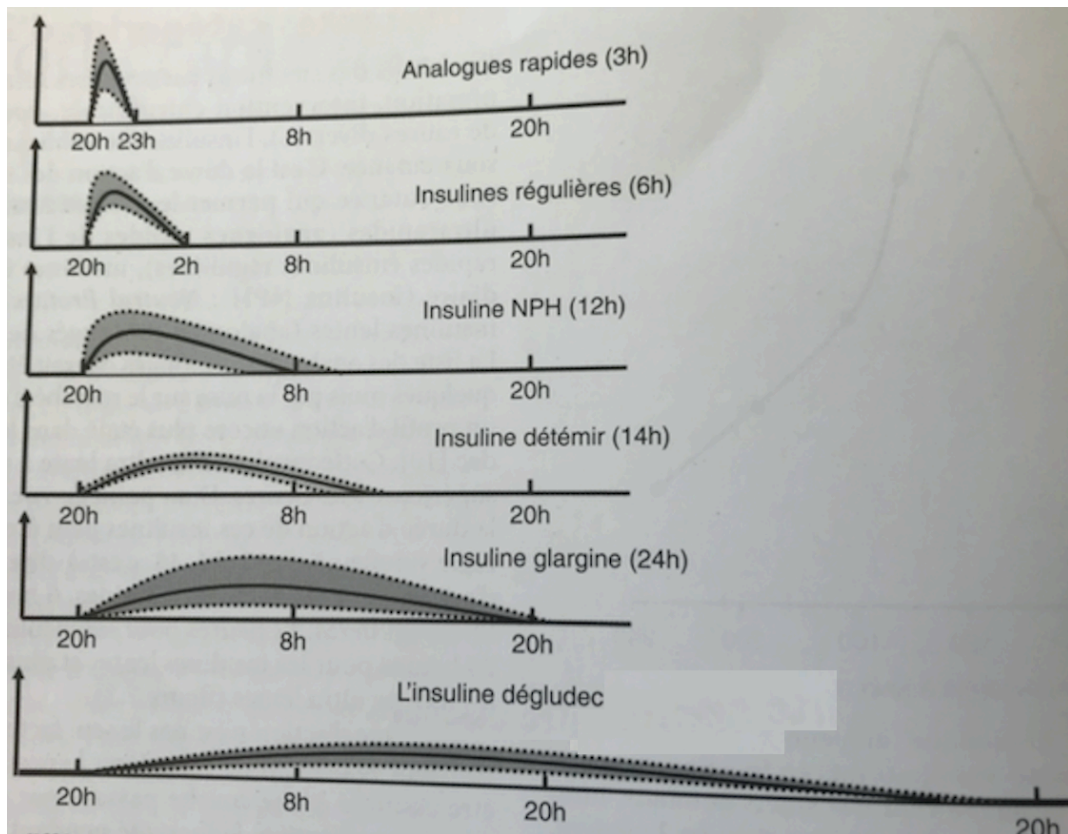


Figure 5 : Profils des différentes catégories d'insuline en fonction de leur durée d'action (heures) (*Thérapeutique des désordres glycémique-Diabétologie-LouisMonnier-2010*)

Les valeurs entre parenthèse représentent la durée totale d'action en heure. La courbe en trait plein correspond au profil d'action moyen. La zone grisée entre les courbes en pointillés représente la variabilité d'action des insulines.

Il est important de noter que les durées totales d'activité, les moments de survenue et les amplitudes des pics d'activité sont des paramètres qui sont l'objet d'une assez grande variabilité d'un sujet à l'autre et chez un même sujet d'un jour à l'autre. Ces deux variabilités inter et intra-individuelles sont d'autant plus faibles que les insulines sont rapides. La variabilité est surtout importante pour les analogues prolongés de l'insuline et pour les insulines intermédiaires NPH. {18}

Les différentes insulines commercialisées en France au 7 Juin 2018 (sauf insulines utilisées uniquement avec pompe) :  
(La revue prescrire-Septembre 2018-Tome 38 n°419)

Type d'insuline	Délai d'action (1)	Durée d'action (1)	Concentration unité/ml (2)	Présentation (3)	Nom Commercial	Stylos préremplis pailler/dose max. en unités (4)
Analogues de l'insuline d'action rapide						
Insuline asparte	environ 10 min	environ 4h	100 U/ml	flacon de 1000 U	FIASP®	-
				cartouches de 300 U	FIASP PENFILL®	-
				stylos préremplis de 300 U	FIASP FLEXTOUCH®	1 U / 80 U
	environ 15-30 min		100 U/ml	flacon de 1000 U	NOVORAPID®	-
				cartouches de 300 U	NOVORAPID PENFILL®	-
				stylos préremplis de 300 U	NOVORAPID FLEXPEN®	1 U / 60 U
Insuline Glulisine	environ 15-30 min	100 U/ml	flacon de 1000 U	APIDRA®	-	
			cartouches de 300 U	APIDRA®	-	
			stylos préremplis de 300 U	APIDRA® SOLOSTAR	1 U / 80 U	
Insuline lispro	environ 15-30 min	100 U/ml	flacon de 1000 U	HUMALOG®	-	
			cartouches de 300 U	HUMALOG®	-	
			stylos préremplis de 300 U	HUMALOG JUNIOR KWIKPEN® 100 U/ML	0,5 U / 30 U	
				HUMALOG KWIKPEN® 100 U/ML	1 U / 60 U	
		200 U/ml	stylos préremplis de 600 U	HUMALOG KWIKPEN® 200 U/ML	1 U / 60 U	

Insuline d'action rapide (régulières)						
Insuline humaine ordinaire	environ 30-60 min	environ 6h	100 UI/ml	flacon de 1000 UI	ACTRAPID®	-
					UMULINE RAPIDE®	-
				cartouche de 300 UI	ACTRAPID PENFILL®	-
					UMULINE RAPIDE®	-
Insuline NPH d'action intermédiaire (5)						
Insuline humaine + protamine (NPH)	environ 1 à 2h	environ 12h	100 UI/ml	flacon de 1000 UI	INSULATARD®	-
					UMULINE NPH®	-
				cartouche de 300 UI	INSULATARD PENFILL®	-
					UMILINE NPH®	-
				stylos préremplis de 300 UI	INSULATARD FLEXPEN®	1 UI / 60 UI
					INSULATARD INNOLET®	1UI / 50UI
UMULINE NPH KWIKPEN®	1 UI / 60 UI					
Analogues de l'insuline d'action prolongée (8,10)						
Insuline dégludec	-	jusqu'à 40h	100 U/ml	cartouches de 300 U	TRESIBA® PENFILL®	-
			200 U/ml	stylos préremplis de 600 U	TRESIBA® FLEXTOUCH®	2 U / 160 U
Insuline détémir	environ 3h à 4h	environ 12h	100 U/ml	cartouches de 300 U	LEVEMIR PENFILL®	-
				stylos préremplis de 300 U	LEVEMIR FLEXPEN®	1 U / 60 U
					LEVEMIR INNOLET®	1 U / 50 U
Insuline glarine	environ 1h	environ 24h	100 U/ml	flacon de 1000 U	LANTUS®	-
				cartouches de 300 U	ABASAGLAR®	-
					LANTUS®	-
				stylos préremplis de 300 U	ABASAGLAR KWIKPEN®	1 U / 80 U
	LANTUS SOLOSTAR®	1 U / 80 U				
-	jusqu'à 36h	300 U/ml	stylos préremplis de 450 U	TOUJEO SOLOSTAR® (6)	1 U / 80 U	

Mélange d'insuline NPH + % fixe d'insuline ou analogue rapide (5), (7)						
Insuline asparte + insuline asparte protamine	environ 15 min	environ 12h	100 U/ml	cartouches de 300 U	NOVOMIX 30 PENFILL®	-
				stylos préremplis de 300 U	NOVOMIX 30, 50 ou 70 FLEXPEN®	1 U / 60 U
Insuline lispro + insuline lispro protamine	environ 15 min	environ 12h	100 U/ml	cartouches de 300 U	HUMALOG MIX 25 ou 50®	-
				stylos préremplis de 300 UI	HUMALOG MIX 25 ou 50 KWWIKPEN®	1 U / 60 U
insuline humaine ordinaire + insuline NPH	environ 30 min	environ 12h	100 UI/ml	flacon de 1000 UI	MIXTARD 30®	-
					UMULINE PROFIL 30®	-
				cartouche de 300 UI	UMULINE PROFIL 30®	-
				stylos préremplis de 300 UI	UMULINE PROFIL 30 KWIKPEN®	1 U / 60 U
Association à dose fixe analogue d'insuline d'action prolongé + analogue du GLP-1						
Insuline dégludec + liraglutide	-	jusqu'à 40h	100 U/ml + 3,6 mg/ml	stylos préremplis de 300 U +10,8 mg	XULTOPHY® (8)	1 U / 50 U

U = unité UI = unité internationale

- (1) Rappelons ici que par voie sous-cutanée, les délais et durées d'action varient pour un même patient et d'un patient à l'autre, et sont influencés par l'insuffisance rénale, le site ou les conditions d'injections.
- (2) La plupart des insulines commercialisées en France ont une concentration à 100 unités/ml.
- (3) Au 25 Juin 2018, ces présentations sont multidoses. Elle sont remboursables à 65% par la sécurité sociale et agréées aux collectivités.
- (4) La dose maximale est la plus grande dose administrable en une seule injection à l'aide du stylo. Le « pallier » est l'augmentation minimale entre deux doses : il est souvent de 1 unité.
- (5) Les insulines contenant de la protamine, non associées ou en mélanges, ont un aspect laiteux et doivent être mélangées avant utilisation.
- (6) Toujeo® dosé à 300 unités/ml n'est pas bioéquivalent aux spécialités à base d'insuline glarine dosées à 100 unités/ml (Lantus® ou autre). Un ajustement des



doses peut être nécessaire en cas de changement d'une concentration à l'autre avec un renforcement de la surveillance glycémique.

- (7) Dans le nom commercial de ces mélanges, le nombre représente le pourcentage d'insuline (ou analogue) d'action rapide.
- (8) Xultophy® est une association médicamenteuse constituée d'une insuline dégludec et de liraglutide, dont les mécanismes d'action sont complémentaires pour améliorer le contrôle glycémique. L'insuline dégludec est une insuline basale lentement absorbée en continu dans la circulation avec pour résultat un effet hypoglycémiant stable et plat de l'insuline dégludec. Le liraglutide est un analogue du GLP-1 (Glucagon-like Peptide-1), il se lie au GLP-1 et active le récepteur du GLP-1 (GLP-1 R). Il améliore le contrôle glycémique en diminuant la glycémie à jeun et la glycémie postprandiale. Le liraglutide stimule la sécrétion d'insuline et diminue la sécrétion excessive de glucagon de manière glucose-dépendante. Ainsi, quand la glycémie est élevée, la sécrétion d'insuline est stimulée et la sécrétion de glucagon est inhibée. Inversement, lors d'une hypoglycémie, le liraglutide diminue la sécrétion d'insuline sans altérer la sécrétion de glucagon.

Le « pallier » pour Xultophy® est de 1 unité d'insuline dégludec + 0,036 mg de liraglutide. La « dose maximale » est de 50 unités d'insuline dégludec + 1,8mg de liraglutide.

Voici quelques photos représentant la présentation des insulines :





Canadian  
INSULIN



## 2. Les règles de l'insulinothérapie

Le respect des cinq règles suivantes de l'insulinothérapie est nécessaire pour obtenir un bon équilibre glycémique :

- ❖ S'assurer que les injections d'insuline retard couvrent bien les besoins de base du patient

Pour ce faire, il faut réaliser des jeûnes glucidiques de 24h (le patient n'absorbe que viandes, fromages, salades pendant 24h). Les insulines retard sont seules injectées et doivent permettre de maintenir une glycémie stable de 0,8 et 1,6 g/l tout au long de la journée. On peut ainsi apprécier à la fois la dose d'insuline et la durée d'action des insulines retard.

A titre d'exemple, dans 15-20% des cas environ, l'insuline Lantus® ne couvre pas les 24h et nécessite le recours à deux injections par jour.

La dose d'insuline se situe généralement entre 0,3 et 0,4 unité/kg/jour. L'objectif est d'obtenir au moins cinq jours sur sept une glycémie au réveil inférieure ou égale à 1,6 g/l avec une absence d'hypoglycémie nocturne. Pour cela, il convient parfois de retarder l'injection d'insuline retard du dîner au coucher, à 22h et même 23h.

Il faudra conseiller au patient de contrôler sa glycémie au coucher et de prendre une collation calibrée seulement lorsque la glycémie est inférieure à 1 g/l, voire 1,2 g/l. En revanche, si la glycémie est supérieure à 1,6 g/l, le patient devra injecter 1 ou 2 unités d'insuline Humalog® ou Novorapid® dans la mesure où l'insuline retard ne couvre que les besoins de base.

- ❖ Il faut apprendre au patient la triple adaptation des doses

→ Adaptation rétrospective, en fonction des résultats glycémiques des 7 à 15 jours précédents.

→ Adaptation prospective de l'insuline rapide en fonction des apports glucidiques, avec environ pour 10g de glucides 2 unités le matin, 1 unité le midi, 1,5 unité le soir (relation linéaire que pour une petite quantité de glucides inférieure à 100g, au-delà il faut prendre en compte les index glycémiques, l'apport de protides et de lipides). Afin de pouvoir varier comme il l'entend ses repas, le patient doit avoir de bonnes connaissances diététiques. Il pourra ainsi ajuster en conséquence la dose d'insuline rapide ou analogue rapide.

→ Adaptation immédiate, véritable correctif thérapeutique. Les variations inévitables de la glycémie d'un jour à l'autre nécessite une modification rapide du nombre d'unité d'insuline rapide à injecter.

- ❖ Autocontrôle glycémique : Le patient doit mesurer sa glycémie au bout du doigt 4 à 6 fois par jour

Avant chaque repas, au coucher et 3 à 4 heures après le déjeuner de midi, au moins de façon épisodique, le patient doit mesurer sa glycémie. L'autocontrôle glycémique (c'est-à-dire le correctif thérapeutique instantané) repose essentiellement pour les analogues rapides (Humalog®, Novorapid®) sur les variations des doses d'insulines injectées, plus que sur le délai d'injection entre l'injection et le début du repas. En effet, avec les analogues rapides, un délai trop long entre l'injection et le début du repas peut se solder par une hypoglycémie sévère.

- ❖ Garder le même territoire d'injection pour un moment donné de la journée

Il faut varier de quelques centimètres le point d'injection afin d'éviter la constitution de lipohypertrophies perturbant la résorption de l'insuline. On conseille en général d'injecter l'insuline retard du soir dans les cuisses. L'insuline du matin et du midi peut être injectée selon le choix du patient dans le ventre ou le bras.

- ❖ Apprendre au patient à prévenir et à traiter l'hypoglycémie

Il est essentiel que le malade diabétique insulino-dépendant ait une parfaite éducation pour la prévention et le traitement des hypoglycémies. Les conseils pour prévenir et traiter l'hypoglycémie ont été développés précédemment dans les complications aiguës du diabète de type I et seront à nouveau développés dans le chapitre IV afin de bien insister sur l'importance de la prévention et du traitement. {19}

### **3. Schéma d'insulinothérapie**

Le traitement du diabète de type I repose sur l'insulinothérapie. Afin de prévenir l'apparition des complications sévères de microangiopathie (rétinopathie, glomérulopathie et neuropathie) un bon équilibre glycémique est nécessaire c'est-à-dire une hémoglobine glyquée inférieure à 7% pour une normale de 4 à 6%, soit une glycémie moyenne inférieure à 1,50 g/L.

Ainsi les schémas d'insulinothérapie actuellement proposés visent à reproduire l'insulinosécrétion physiologique. En effet, le sujet normal présente une insulinosécrétion basale continue, persistante, y compris après plusieurs jours de jeûne, à laquelle viennent s'ajouter des pics insulinosécrétoires adaptés lors des repas.

La grande majorité des diabétologues ont donc adopté un schéma dit « basal-prandial » :

- Soit par l'association de bolus d'insuline ultrarapide (Humalog® ou Novorapid®) injectés avant chaque repas (au moins trois par jour) à une insulinothérapie de base réalisée par l'injection d'un analogue d'insuline lente (Lantus® ou Détémir®). La Lantus® peut être injectée une fois par jour dans 80% des cas. L'insuline Détémir® doit le plus souvent être injectée deux fois par jour. La Lantus® ne présente pas de pic d'action régulier, ce qui diminue le risque d'hypoglycémie notamment au milieu de la nuit. L'insuline Détémir® a l'avantage d'une meilleure reproductibilité d'un jour sur l'autre. Elle permet donc de diminuer l'instabilité de la glycémie, notamment le matin à jeun.
- Soit par l'utilisation d'une pompe portable perfusant par voie sous-cutanée de l'insuline rapide avec un débit de base continu, éventuellement modulé pour couvrir les besoins nocturnes, et de bolus à la demande avant les repas. Les analogues rapides (Humalog® et Novorapid®) sont actuellement les insulines les plus utilisées lors des traitements par pompe à insuline.

Différents schémas d'insulinothérapie sont possibles, cependant il conviendra au prescripteur de favoriser le schéma qui présentera le meilleur rapport efficacité/observance.

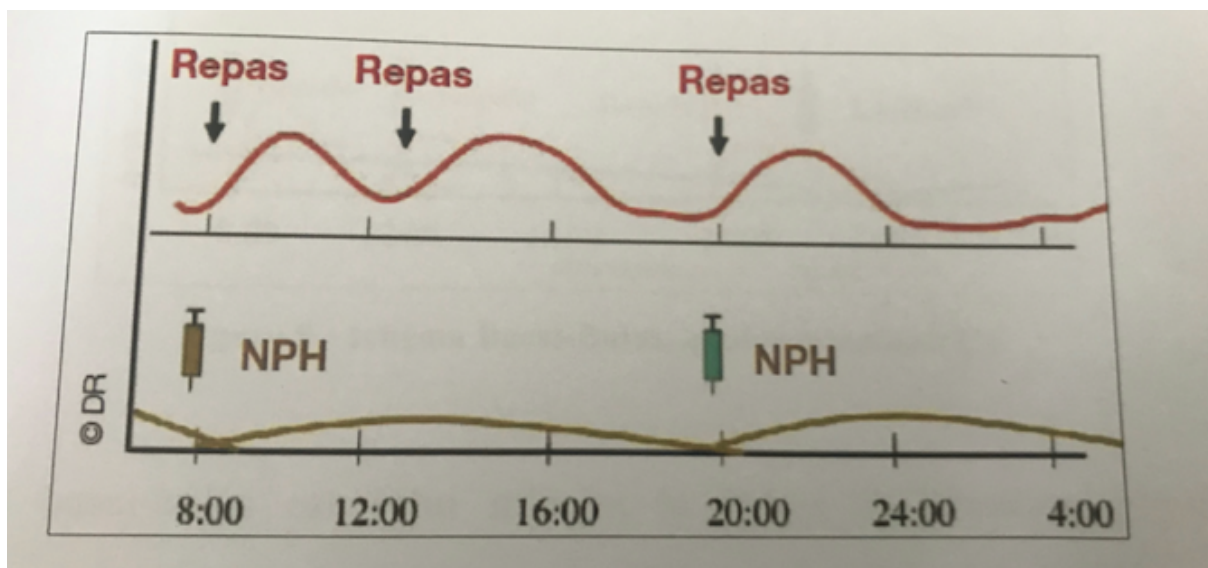


Figure 7 : Insulinothérapie à deux injections (P.Y Magnaldi - Thèse de doctorat en pharmacie - Marseille nov.2012)

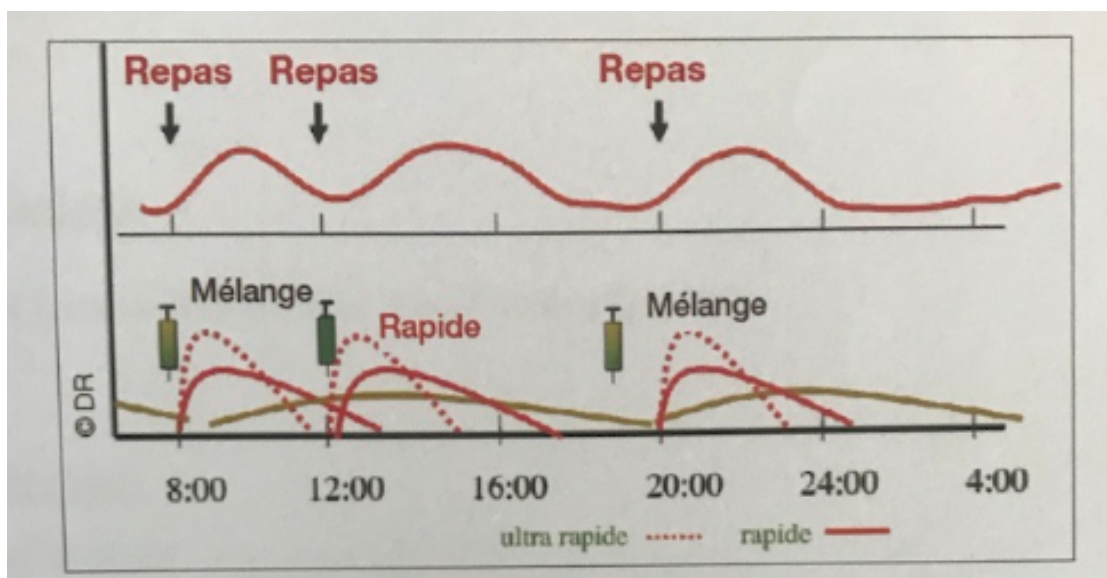


Figure 8 : Insulinothérapie à trois injections (*P.Y Magnaldi - Thèse de doctorat en pharmacie - Marseille nov.2012*)

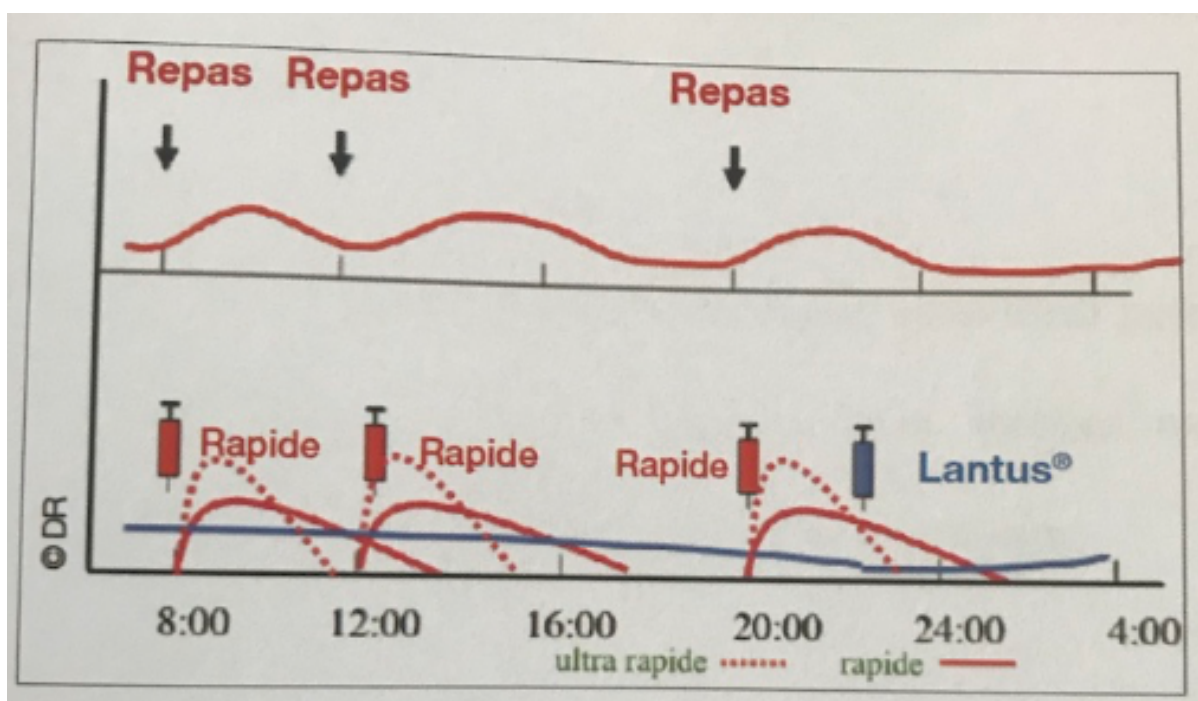


Figure 9 : Insulinothérapie à quatre injections : schéma basal bolus (*P.Y Magnaldi - Thèse de doctorat en pharmacie - Marseille nov.2012*)

Le schéma basal bolus est le schéma mimant le mieux la sécrétion physiologique d'insuline, il permet un meilleur contrôle glycémique. Il sous-entend une bonne compréhension du mécanisme par le patient afin de pouvoir adapter au mieux les injections en fonction du repas, de l'activité physique, et de la glycémie au moment de l'injection. {19}

#### **4. Insulinothérapie fonctionnelle**

L'insulinothérapie fonctionnelle (IF) n'est rien d'autre que l'insulinothérapie centrée sur le patient, visant à imiter la sécrétion physiologique de l'insuline. Comme toutes les insulinothérapies elle est personnalisée, les besoins en insulines ne sont pas identiques d'un patient à l'autre. Ils dépendent du poids de l'individu, de sa sensibilité à l'insuline mais aussi de sa façon de manger et de son activité physique.

L'IF sous-entend une éducation thérapeutique du patient.

Dès 1978, à Düsseldorf, une équipe de diabétologue a souligné que le style de vie des patients devait être respecté, même au prix d'une augmentation du nombre d'injections quotidiennes d'insuline.

Pour certaines équipes de diabétologues, le patient diabétique doit répondre à certains critères :

- Avoir le désir d'autonomie et de responsabilisation
- Etre convaincu de la nécessité d'une autosurveillance glycémique pluriquotidienne : 6 à 10 tests/jour au moins à la mise en place du traitement, avec un minimum de 4 tests quotidiens par la suite
- Pratiquer l'autocontrôle glycémique, c'est-à-dire que le patient doit être prêt à corriger toute variation de la glycémie fixée avec le diabétologue
- Etre prêt à faire au minimum quatre injections d'insuline dans la journée (voire six injections)
- Renoncer aux mélanges préétablis d'insuline rapide/retard
- Avoir des connaissances très précises sur la teneur en glucides des aliments
- Savoir évaluer les quantités de glucides consommées à chaque repas
- Avoir des connaissances sur la teneur en lipides des aliments
- Savoir si les lipides ont une influence sur la glycémie postprandiale
- Connaître l'incidence des repas riches en protéines sur les besoins insuliniques
- Evaluer à chaque repas les besoins insuliniques en fonction des la composition du repas
- Connaître la cinétique et la durée d'action des insulines utilisées
- Connaître l'efficacité d'une unité d'insuline rapide sur la glycémie
- Etre prêt à faire des expériences thérapeutiques



- Etre prêt à utiliser un carnet ou autre système de référence pour analyser les résultats obtenus.

Il est important de garder à l'esprit qu'il s'agit d'un traitement personnalisé, ce qui implique une excellente connaissance des capacités d'apprentissage du patient et une aptitude des soignants à ajuster au mieux l'insulinothérapie au style de vie du diabétique. Il y aura donc plusieurs types d'IF selon le niveau de connaissances et de savoir-faire du diabétique.

L'IF sous-entend une formation pédagogique et techniques des diabétiques par une équipe pluridisciplinaire si possible : diabétologue, infirmière spécialisée en diabétologie, diététicien, pharmacien...

Le jeûne est utilisé pour calculer les besoins insuliniques de base. Il s'agit d'un jeûne total ou seulement d'un jeûne glucidique, ou même tout simplement d'un « repas sauté ». Cependant le jeûne total n'est pas physiologique.

Théoriquement les besoins de base se situent entre 0,3 et 0,4 U/kg de poids/jour.

L'évaluation des besoins prandiaux ne se fait pas sur des repas tests, les patients se servent les quantités qu'ils ont l'habitude de prendre. Ils pèsent les féculents, les légumes, les crudités, le fruit, le pain, prennent en compte le yaourt, calculent la quantité de glucides contenue dans leur repas. La glycémie sera mesurée 4 heures après le repas.

Les besoins insuliniques prandiaux sont le plus souvent différents matin, midi et soir.

Les insulines utilisées sont préférentiellement les analogues rapides de l'insuline (Apidra®, Humalog®, Novorapid®) dont les durées d'action sont d'environ 3 à 4 heures, avec cependant des différences selon les patients mais aussi selon la dose injectée.

L'IF va à l'encontre de ce qui est dit aux diabétiques habituellement, les légumes verts peuvent être consommés à volonté, les desserts sucrés sont autorisés, il suffit seulement d'intégrer l'apport glucidique de tous les aliments dans la ration glucidique et d'adapter la dose d'insuline.

Ainsi que l'IF soit instaurée dans sa globalité ou a minima, elle permet d'évaluer au mieux les besoins insuliniques de base, lors du jeûne glucidique. La mesure de l'HbA1c permet de montrer une amélioration de l'équilibre métabolique avec une diminution significative des hypoglycémies.

Sur le plan psychologique, la méthode est particulièrement adaptée aux patients dont la stratégie d'adaptation est la résolution de problème. Le sentiment d'efficacité personnelle renforce à la fois l'estime de soi et le locus de contrôle interne. Il faut cependant remarquer que l'état dépressif de certains patients peut être lié à un sentiment d'échec et à une mauvaise estime de soi. Les variables psychologiques doivent donc être prises en compte dès le début de la formation des patients. {20}

## **5. Pompe à insuline**

La pompe à insuline a été expérimentée pour la première fois en 1970.

Le principe du traitement par pompe à insuline repose sur la perfusion continue d'insuline, adaptée en fonction des besoins de l'individu. Ces derniers sont déterminés par les données de l'autosurveillance glycémique capillaire et par d'autres paramètres tels que la prise alimentaire, la pratique d'une activité physique ou la survenue d'événements intercurrents altérant la sensibilité à l'insuline (fièvre, stress...)

Dans sa configuration habituelle, la perfusion est sous-cutanée et réalisée au moyen d'un miniperfuseur portable. Une forme plus élaborée, moins répandue, consiste en une perfusion intrapéritonéale au moyen de perfuseurs implantés, ou de ports implantés auxquels est connectée une pompe portable.

La pompe à insuline externe est un appareil discret qui délivre continuellement de petites quantités d'insuline rapide, grâce à une programmation de son utilisateur et un dispositif de perfusion déconnectable (cathéter et tubulure) à changer tous les deux ou trois jours.

Grâce à une programmation de son utilisateur, la pompe à insuline reproduit ce que l'organisme fait naturellement :

- Délivrer en continu de petites doses d'insuline rapide, à intervalles réguliers, (débit basal) tout au long de la journée.
- Délivrer une dose supplémentaire d'insuline (bolus) adaptée au moment des repas pour couvrir les glucides absorbés à cette occasion, lors d'une collation ou pour corriger une hyperglycémie.

### Le cathéter

Comme pour les injections classiques, il faut alterner les sites pour ne pas créer de lipodystrophie qui pourrait empêcher l'insuline de se diffuser normalement.

Les sites d'implantations possibles du cathéter sont les mêmes que ceux des injections (abdomen, fesses, cuisses, bras), mais l'abdomen est préféré car c'est à ce niveau que l'insuline diffuse le plus rapidement.

Il est primordial de maintenir l'autosurveillance, même avec une pompe à insuline. Comme pour un traitement multi-injections, la surveillance des glycémies, quatre à six fois par jour, sinon plus, est très importante. Le moindre problème de pompe ou de cathéter peut engendrer une montée très rapide du taux de sucre. Les pompes sont cependant équipées d'alarmes spécifiques en cas d'éventuelles anomalies ou dysfonctionnements.

Grâce au caractère continu de la perfusion, l'utilisation de la pompe à insuline permet d'éviter les limites de durée d'action des injections discontinues d'insuline. Une meilleure reproductibilité et une plus grande adaptabilité aux besoins sont notables.

La possibilité de régler le débit de perfusion à la demande ou de façon programmée permet de minimiser les épisodes hyper et hypoglycémiques. De plus, le traumatisme des injections répétées d'insuline peut être atténué.

Il est tout de même important de préciser au patient qu'il doit toujours avoir sur lui un stylo d'insuline rapide au cas où il y aurait un problème avec la pompe. {21}{22}

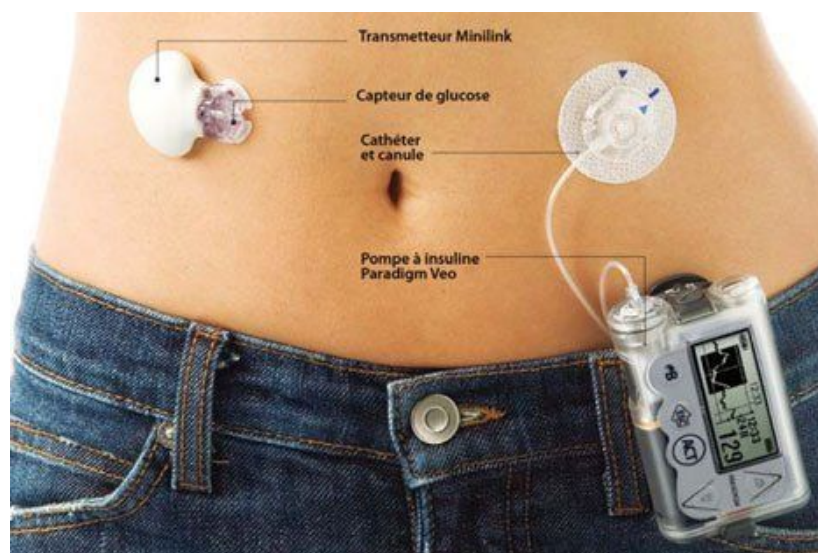
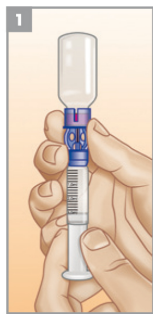


Figure 10 : La thérapie par pompe à insuline (<https://www.medtronic-diabetes.be/fr/quest-ce-que-la-therapie-par-pompe>)

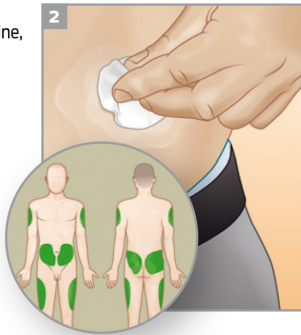
Fiche conseil : installation de la pompe à insuline (*Lepharmaciendefrance.fr-Anne-laure*

Mercier)



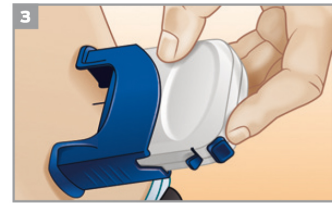
1 Remplir le réservoir d'insuline, puis l'insérer dans la pompe.

**!** Ne pas laisser entrer d'air dans le réservoir.



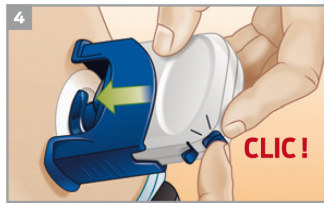
2 Nettoyer la peau avec un antiseptique, puis la sécher à l'endroit où le cathéter sera placé.

**!** Varier les sites d'implantation : abdomen (3 à 4 cm autour du nombril), quart supéro-externe de la fesse, face externe de la cuisse ou face externe du bras... Éviter les zones de frottement comme la ceinture.



3 Mettre en place le nouveau cathéter.

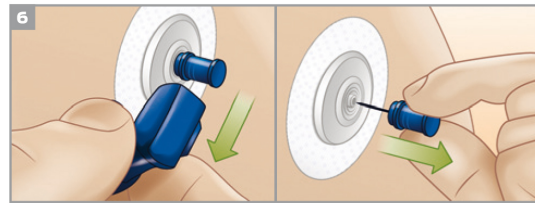
**!** Changer le cathéter ainsi que le réservoir et la tubulure au moins tous les 2 à 3 jours.



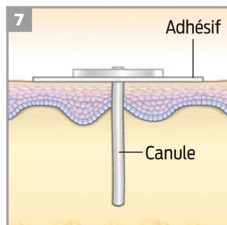
4 Pousser le ressort jusqu'à entendre « clic ».



5 Le cathéter est formé d'un tube très fin en plastique, la canule, protégé d'un adhésif résistant à l'eau.



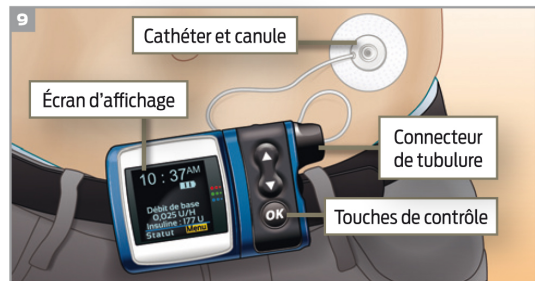
6 Retirer l'aiguille-guide contenue dans le tube.



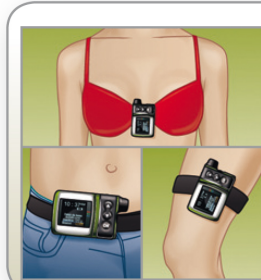
7 Reste dans la peau le tube flexible, indolore.



8 Connecter la tubulure au cathéter (certains modèles de pompe tout-en-un n'en ont pas).



9 La tubulure relie ainsi le cathéter au réservoir de la pompe.



10 La pompe peut se porter à la ceinture, au niveau du soutien-gorge, dans un petit harnais sur le dos pour les enfants, dans la poche... Il existe des tubulures de différentes longueurs pour s'adapter aux habitudes de chacun la nuit.

11 Certains modèles de pompe proposent un système de mesure continue du glucose : un capteur sous-cutané, posé par le patient lui-même et changé tous les 5 à 7 jours, communique régulièrement la concentration de glucose au transmetteur (ou émetteur) qui l'accompagne. Ce dernier envoie ensuite l'information à la pompe à insuline ou à un lecteur de glycémie, un smartphone ou une tablette si le système est indépendant de toute pompe.



Modèles présentés à titre indicatif.

#### **IV. Rôle du pharmacien d'officine dans le suivi et l'éducation thérapeutique du patient**

De part son rôle, le pharmacien est le professionnel de santé le plus visité par le patient (au moins une fois par mois), ce qui le place dans une position privilégiée pour le suivi et l'orientation du patient dans son parcours de soin.

L'éducation thérapeutique ne se résume pas à une simple information du patient sur sa pathologie mais doit faire partie intégrante de sa prise en charge au quotidien. Cette discipline place le patient et non pas la maladie au centre de la réflexion.

Ainsi, il doit être conscient et informé sur sa pathologie, sur les soins qu'elle implique, sur les comportements à avoir face à celle-ci. L'éducation thérapeutique a donc pour objectif de rendre le patient diabétique acteur de son traitement afin de lui permettre d'acquiescer, de maintenir et d'améliorer sa qualité de vie tout en préservant son autonomie.

L'éducation thérapeutique du patient doit être organisée de manière pluridisciplinaire afin de couvrir l'ensemble des aspects de la maladie. Médecins, infirmiers, diététiciens, psychologues, pharmaciens doivent travailler ensemble pour permettre la meilleure prise en charge possible.

Elle fait partie intégrante et de façon permanente de la prise en charge du patient.

##### **A. Le pharmacien et le dépistage du diabète de type 1**

Le pharmacien seul professionnel de santé que l'on vient voir sans rendez-vous, qui a une patientèle fidèle et qui connaît la famille, a un rôle à jouer comme conseiller en matière de prévention, un rôle d'éducation à la santé.

Le pharmacien doit rester en alerte face aux signes cliniques observés chez le diabétique de type I c'est-à-dire : polyurie, polydipsie (soif excessive), amaigrissement malgré une polyphagie et un appétit conservé. Lorsque ces signes sont évoqués par un patient, le pharmacien a pour devoir de conseiller au patient de s'orienter vers son médecin généraliste afin de réaliser des examens plus poussés notamment la mesure du taux de glucose dans le sang. Il est donc important que le pharmacien soit à l'écoute de son patient.

Rappelons tout de même qu'il existe aussi une prédisposition génétique chez le diabétique de type I. Il est possible d'acheter en pharmacie un appareil de mesure de glucose dans le sang afin de mesurer un taux fixe de glucose. Il faut compter environ 60 euros pour un kit comprenant un lecteur, 10 lancettes permettant de piquer le bout du doigt pour obtenir un goutte de sang et 10 bandelettes destinées à la recueillir.

## **B. Le pharmacien et l'autosurveillance glycémique**

Le pharmacien joue un rôle clé dans la délivrance des lecteurs de glycémie aux patients et donc dans l'autosurveillance glycémique.

Il y a deux principales situations :

- Première possibilité, le patient sortant de sa consultation d'endocrinologie avec une prescription pour un lecteur spécifique avec une mention non substituable.

Dans ce cas-là, le pharmacien doit délivrer le lecteur prescrit et non le lecteur qu'il a en stock.

Il est important d'insister sur ce point car le patient a été formé à ce lecteur en particulier.

- Seconde possibilité, le patient sortant de chez son médecin (généraliste, endocrinologue...) avec une ordonnance pour un kit de glycémie.

Dans cette situation, le rôle du pharmacien est primordial, il doit délivrer l'appareil le plus adapté aux besoins du patient pour permettre une observance de la surveillance glycémique optimale qui passe par l'autocontrôle glycémique. Ainsi le pharmacien doit expliquer et montrer les gestes et techniques de l'autocontrôle et s'assurer des acquis du patient.

Les besoins du patient en matière de lecteurs sont déterminés selon plusieurs critères tels que l'âge, l'état physiopathologique du patient, l'état cognitif du patient, la zone géographique, la profession (déplacements fréquents)...

Au moment de la délivrance du kit d'autosurveillance glycémique, le pharmacien doit :

- Montrer le dispositif au patient
- Insérer les piles dans l'appareil et régler la date et l'heure
- Expliquer et montrer son utilisation au patient
- Faire manipuler le patient (étape importante pour l'apprentissage des bons gestes)
- Remplir la garantie, expliquer au patient de bien conserver les documents
- Réexpliquer l'intérêt de l'autosurveillance glycémique

### **1. L'autosurveillance en pratique**

Rassembler le matériel

- Lecteur, autopiqueur, lancette
- Bandelette
- Carnet d'autosurveillance
- Collecteur DASRI (déchets de soins à risque infectieux)

### Préparer le site de prélèvement

- Se laver les mains à l'eau tiède avec du savon
- Bien se sécher les mains
- Ne pas utiliser de gel hydro alcoolique, crème parfumée...
- Se masser le doigt à prélever

### Le prélèvement

- Régler la profondeur de l'autopiqueur
- Piquer de préférence les 3, 4, 5<sup>ème</sup> doigts
- Changer de mains en alternant droite gauche
- Piquer alternativement chaque côté du doigt (droite/gauche)
- Ne pas prélever dans la pulpe du doigt mais sur les côtés
- Recueillir la goutte de sang par aspiration

### Lecture des résultats et analyse des résultats

- Lecture du résultat
- Critique et analyse du résultat : normal, haut, bas
- Quelles sont les conséquences thérapeutiques à mettre en place

### Elimination des déchets et entretien du matériel

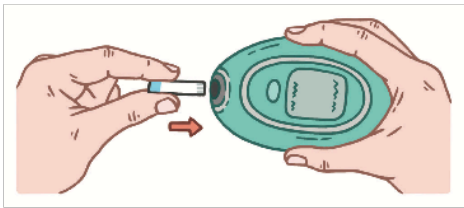
- Elimination lancette et bandelette dans le collecteur

## UN PRÉLÈVEMENT CAPILLAIRE RÉUSSI ET SANS DOULEUR

- 1** se laver les mains avec eau + savon sans antiseptique et bien les sécher



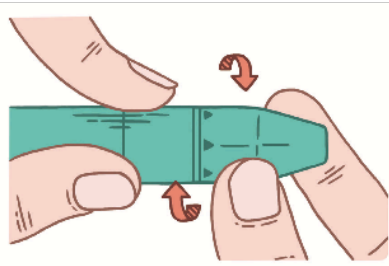
- 2** introduire la bandelette dans le lecteur



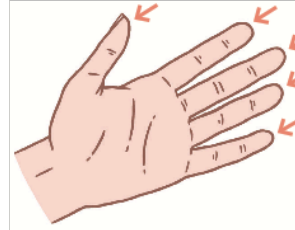
- 3** changer la lancette de l'autopiqueur ou changer d'autopiqueur à usage unique à chaque prélèvement capillaire



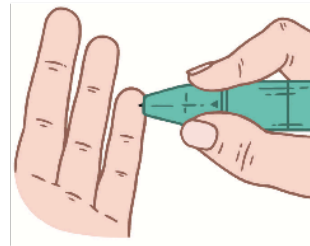
- 4** régler la profondeur de l'autopiqueur



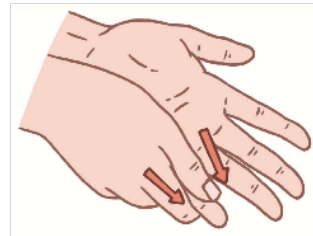
- 5** varier les points de ponction  
*tous les doigts peuvent être utilisés\**



- 6** piquer le doigt sur la face externe  
*éviter le centre de la pulpe du doigt*



- 7** masser délicatement le doigt piqué si la circulation sanguine est difficile



- 8** prélever la goutte de sang et lire la glycémie sur le lecteur



Crédit photo : © Marie Ducom



Les recommandations d'autosurveillance glycémique pour le diabète de type 1 sont d'au moins quatre fois par jour notamment à jeun le matin et/ou avant les principaux repas et le soir au coucher.

L'autosurveillance glycémique doit s'inscrire dans une démarche d'éducation du patient et de son entourage. Les mesures peuvent engendrer des conséquences thérapeutiques chez le patient.







Lors de la dispensation d'un appareil de glycémie, il est indispensable d'expliquer les enjeux au patient de l'autosurveillance et de refaire un point sur l'organisation des autocontrôles : fréquence, fixation des horaires, objectifs glycémiques, modifications du traitement à effectuer par le patient ou par le médecin en fonction des résultats.

Dans tous les cas le patient doit avoir une alimentation et une activité physique adaptées. {23}






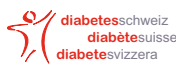
Actuellement il existe plus de 20 lecteurs de glycémie commercialisés par 11 laboratoires. Ces lecteurs doivent répondre à des critères de précision, de reproductibilité et de fiabilité. La société francophone du diabète recommande un objectif d'exactitude de plus ou moins 10% par rapport à la mesure glycémique en laboratoire. L'évolution du matériel est caractérisée par :

- la réduction du volume de la goutte de sang aspirée par capillarité
- la suppression de la calibration
- la rapidité du résultat en quelques secondes
- la miniaturisation des lecteurs et une meilleure lisibilité de l'écran
- la présence de logiciels intégrés avec de nouvelles fonctions (analyse des données, connexion aux Smartphones). {24}








## Tableau de comparaison des appareils d'autocontrôle de la glycémie

					
Appareil d'autocontrôle de la glycémie	FreeStyle Precision Neo	GLUCOCARD™ X-mini plus	Healthpro-X1	Omnitest® 5	Set easypharm GL
Fabricant	Abbott AG Diabetes Care	Arkray (Distribution: Axon Lab AG)	Axapharm SA Diabetes Care	B. Braun Medical SA	Beurer GmbH (Distr. Mediq Suisse AG)
Temps de mesure en sec. (temps de préparation non inclus)	5 sec.	5 sec	5 sec.	5 sec.	5 sec. env.
Quantité de sang (en µl)	0,6 µl	0,3 µl	0,5 µl	0,5 µl	0,6 µl
Endroits alternatifs de tests	Non	Oui	Non	Oui	Non
Champ de capacité de mesure en mmol/l	1,1 – 27,8	0,6 – 33,3	0,6 – 33,3	0,6 – 33,3	1,1 – 35
Étalonné sur	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma
Grandeur appareil en mm	59 × 86 × 8	102 × 33 × 18,5	88,4 × 50,3 × 18,5	78 × 43 × 16	88 × 51 × 15
Poids en g	35 g	46 g batteries incl.	46 g batteries incl.	45 g batteries incl.	41 g batteries incl.
Températures nécessaires en Celsius	15 – 40 °C	10 – 40 °C	10 – 40 °C	10 – 40 °C	10 – 40 °C
Humidité de l'air	10 – 90 %	20 – 80 %	10 – 90 %	10 – 90 %	inf. à 90 %
Mémoire de l'appareil	1000	500	365 avec date et heure	500	480
Énergie	2 × 3-V-cellule lithium (DL ou CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (DL ou CR2032)	2 × 3-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	1 × 3-V-cellule lithium (CR2032)
Bandelettes	FreeStyle Precision	GLUCOCARD™ X-SENSOR	Bandelettes Healthpro	Omnitest® 5 bandelettes de test	easypharm GL
Acceptation de la gouttelette de sang (enclencher l'appareil à l'avance?)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	Sang aspiré automatiquement (non)	sang automatiquement aspiré (non)	(non)
Calibration/codage	automatique	autocalibration	Autocalibration	autocalibration	Calibrage plasma
Indication sur l'hypo- / l'hyperglycémie	Non	Indication sur l'hypo-glycémie: oui	Non	Non	Non
Programme informatique	Auto-Assist Neo	MEQNET SMBG Viewer Diabass Diabass Pro	med-import, Diabass, Diabass Pro, Glucodiary	Diabass	Interface avec USB Diabass 5.0, GlucoMemory
Connexion au smartphone / App	Non	Non	Non	Non	Non
Calculateur de bolus (intégré)	Non	Non	Non	Non	Non
Remarques particulières	Fin et léger – avec écran hautement contrasté. Se glisse facilement dans une poche et est pratique à emporter. L'écran clair apporte un confort de lecture optimal. Des indicateurs de tendance s'allument lorsque les résultats de mesure nécessitent une attention particulière. De plus, le FreeStyle Precision Neo permet de mesurer le taux de corps cétoniques, en seulement 10 secondes.	Lecteur du taux de glycémie avec retro-éclairage simultané de l'écran et de la zone d'insertion. Grands chiffres, lisibilité parfaite. Mécanisme d'éjection des bandelettes. Nécessitant la plus petite quantité de sang au monde. Possibilité de compléter la goutte de sang sans mise en route de la mesure. Précision: conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2013.	Ecran illuminé avec grands chiffres: convient également aux personnes âgées; touche d'éjection de la bandelette de test pour une mesure hygiénique, aussi au cabinet médical et à la pharmacie. Possibilité du marquage des résultats avant ou après le repas, 5 rappels d'alarme, réglage flexible de 3 moyennes des résultats de test. Précision: conforme à la norme ISO 15197:2015.	Le lecteur de glycémie Omnitest® 5 au design moderne est rapide et simple d'utilisation. De plus, il fournit des résultats de mesure précis. Éjecteur de bandelettes pratique pour une élimination hygiénique et sûre des bandelettes de test utilisées. Les valeurs sont directement lisibles sur l'écran grand et éclairé. Utilisation avec du sang complet capillaire ou veineux. Répond aux exigences de la nouvelle norme ISO: DIN ISO 15197:2013	Bandes test grandes et larges pour une utilisation simple. Ecran extra grand. Mesure dans le sang capillaire et veineux. Contrôle du volume sanguin, marquage des valeurs mesurées, calcul de la moyenne, recommandation pour la mesure des cétones à l'écran.
 www.diabetesuisse.ch					
Avril 2018 Page 1 (de 4)					








## Tableau de comparaison des appareils d'autocontrôle de la glycémie

					
Appareil d'autocontrôle de la glycémie	Contour® NEXT ONE	Contour® XT	OneTouch Verio Flex®	OneTouch Verio®	OneTouch Verio®IQ
Fabricant	Ascensia Diabetes Care	Ascensia Diabetes Care	LifeScan	LifeScan	LifeScan
Temps de mesure en sec. (temps de préparation non inclus)	5 sec.	5 sec.	5 sec.	5 sec.	5 sec.
Quantité de sang (en µl)	0,6 µl	0,6 µl	0,4 µl	0,4 µl	0,4 µl
Endroits alternatifs de tests	Oui	Oui	Non	Non	Non
Champ de capacité de mesure en mmol/l	0,6–33,3	0,6–33,3	1,1–33,3	1,1–33,3	1,1–33,3
Étalonné sur	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma
Grandeur appareil en mm	97 × 28 × 14,9	77 × 57 × 19	86 × 52 × 16	80 × 52 × 25,2	87,9 × 47 × 11,9
Poids en g	36 g	47,5 g	48 g avec batteries	85 g avec batteries	47 g avec accu
Températures nécessaires en Celsius	5–45 °C	5–45 °C	6–44 °C	6–44 °C	6–44 °C
Humidité de l'air	10–93%	10–93%	10–90%	10–90%	10–90%
Mémoire de l'appareil	800	480	500	500	750
Énergie	2 × 3-V-cellules lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellules lithium (CR2032)	1 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 1,5 Volt batteries type AAA	Rechargeable batterie polymère lithium, tension nominale 3,7 volts
Bandelettes	Bandelettes Contour® NEXT	Bandelettes Contour® NEXT	OneTouch Verio® bandelettes	OneTouch Verio® bandelettes	OneTouch Verio® bandelettes
Acceptation de la gouttelette de sang (enclencher l'appareil à l'avance?)	Sip in (non)	Sip in (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)
Calibration/codage	Calibration automatique	Calibration automatique	Calibration automatique	Calibration automatique	Calibration automatique
Indication sur l'hypo- / l'hyperglycémie	Oui (l'hypo- et l'hyperglycémie)	Non	Oui (avec ColourSure™ Technology)	Oui (avec ColourSure™ Technology)	Oui (avec ColourSure™ et Pattern Alert Technology)
Programme informatique	Diabass / Medimport Glucofacts Deluxe App Contour® Diabetes	Diabass Medimport Glucofacts Deluxe	OneTouch® Diabetes Management Software, Diabass	OneTouch® Diabetes Management Software, Diabass	OneTouch® Diabetes Management Software, Diabass
Connexion au smartphone / App	Oui App Contour® Diabetes	Non	Non	Non	Non
Calculateur de bolus (intégré)	Non	Non	Non	Non	Non
Remarques particulières	Mesures ultraprécises, utilisation simple. Après la mesure, indique instantanément par une lumière colorée si la glycémie est au-dessus (jaune), en dessous (rouge) ou dans la limite fixée (verte). Peut être relié à un smartphone par le biais de l'app Contour® Diabetes. Intègre la nouvelle technologie Contour® NEXT (bandelettes).	Encore plus précis et tout aussi simple. Processus amélioré d'analyse électrochimique sur la bandelette réactive (nouveau médiateur) et analyse multiple du signal dans l'appareil (multipulse). Codage automatique. Système pour tests individuels. Marquages réglables individuellement.	Un lecteur qui est simple et rapide à utiliser. Code à trois couleurs. Design compact et plat, grand écran et résultats bien lisibles.  Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2015.	Le lecteur de glycémie OneTouch Verio® fournit automatiquement plus qu'un simple résultat de test; pas de bouton à manipuler ou d'écran à faire défiler. Code couleur indicateur de résultats, infos progrès et notification de résultats fréquents en dessous ou au-dessous de l'objectif.  Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2015.	Vous voyez des résultats bas et élevés. Il détecte une tendance. À chaque test, votre lecteur recherche les tendances Hypo et Hyper et vous en avertit instantanément sur l'écran.  Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2015.
 <a href="http://www.diabetesuisse.ch">www.diabetesuisse.ch</a> Avril 2018 Page 2 (de 4)	Conforme à la norme EN ISO 15197:2015.	Conforme à la norme EN ISO 15197:2015.			

## Tableau de comparaison des appareils d'autocontrôle de la glycémie

						
Appareil d'autocontrôle de la glycémie	mylife™ Pura®	mylife™ Unio™	mylife™ Unio™ Neva Disponible: été 2018	Accu-Chek® Guide	Accu-Chek® Aviva	Accu-Chek® Mobile
Fabricant	Bionime Corp. (Distr.: Ypsomed AG)	Bionime Corp. (Distr.: Ypsomed AG)	Bionime Corp. (Distr.: Ypsomed AG)	Roche Diabetes Care (Suisse) SA	Roche Diabetes Care (Suisse) SA	Roche Diabetes Care (Suisse) SA
Temps de mesure en sec. (temps de préparation non inclus)	5 sec.	5 sec.	5 sec.	4 sec.	5 sec.	5 sec.
Quantité de sang (en µl)	0,75 µl	0,7 µl	0,7 µl	0,6 µl	0,6 µl	0,3 µl
Endroits alternatifs de tests	Oui, Paume de la main ou avant-bras	Oui, Paume de la main ou avant-bras	Oui, Paume de la main ou avant-bras	Oui	Oui	Oui
Champ de capacité de mesure en mmol/l	0,6–33,3	0,6–33,3	0,6–33,3	0,6–33,3	0,6–33,3	0,6–33,3
Étalonné sur	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma
Grandeur appareil en mm	90,6 × 46 × 16,5	71,3 × 39,1 × 14,1	71,3 × 39,1 × 14,1	80 × 47 × 20	94 × 52 × 21	121 × 63 × 20 autopiqueur inclus
Poids en g	53 g batteries incl.	50 g batteries incl.	50 g batteries incl.	40 g batteries incl.	59 g batteries incl.	129 g (autopiqueur, piles, cassette-test et car- touche de lancettes incl.)
Températures nécessaires en Celsius	10–40 °C	6–44 °C	6–44 °C	4–45 °C	8–44 °C	10–40 °C
Humidité de l'air	10–90 %	< 90 %	< 90 %	10–90 %	10–90 %	15–85 %
Mémoire de l'appareil	500	1000	1000	720	500	2000
Énergie	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium(CR2032)	1 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × piles alcaline type AAA, 1,5 V.
Bandelettes	mylife™ Pura® bandelettes	mylife™ Unio™ bandelettes	mylife™ Unio™ bandelettes	Accu-Chek Guide	Accu-Chek Aviva	Accu-Chek Mobile Tests
Acceptation de la gouttelette de sang (enclencher l'appareil à l'avance?)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)
Calibration/codage	Automatique lors de l'insertion de la bandelette	Automatique lors de l'insertion de la bandelette	Automatique lors de l'insertion de la bandelette	Automatique lors de l'insertion de la bandelette	Automatique lors de l'insertion de la bandelette	Automatique lors de l'insertion de la cassette-test
Indication sur l'hypo- / l'hyperglycémie	Non	Non	Oui (l'hypo- et l'hyperglycémie) signaux d'avertissement	Non	Non	Non
Programme informatique	mylife™ Software, Diabass®, SiDiary, diasend®	mylife™ Software, Diabass®, SiDiary, diasend®	mylife™ Software	Diabass. Accu-Chek Connect App, Accu-Chek SmartPix Software	Diabass. Accu-Chek Smart Pix Software	Diabass. Accu-Chek Smart Pix Software
Connexion au smartphone / App	Non	Non	Oui mylife™ App	Oui Accu-Chek® Connect App	Non	Non
Calculateur de bolus (intégré)	Non	Non	Oui – disponible avec mylife™ App	Oui – disponible avec Accu-Chek® Connect App	Non	Non
Remarques particulières	Lecteur de glycémie préréglé pour une initialisation rapide et un apprentissage facile. Fonctions de base pour une utilisation facile et intuitive. Doté d'un grand écran rétroéclairé. Bandelette de test à chargement latéral pour un retrait hygiénique, sans contact avec le sang. Bandelette de test stable avec une bonne prise en main pour une manipulation facile. Conforme à la norme ISO 15197:2015.	Bandelettes de test stables, faciles à manipuler et pouvant être retirées de manière hygiénique sans contact avec le sang. Accessoire: mylife™ SmartCase™ pour des piqûres et des mesures directement depuis l'étui rigide. Affichage en différentes langues. 4 marqueurs pour chaque mesure. Fonction automatique de chargement et de déclenchement de mylife™ AutoLance™. Conforme à la norme ISO 15197:2015.	Transfert automatique des données pour une prise en charge thérapeutique rapide. Connectivité avec mylife™ App pour un calcul de bolus pratique. 4 alarmes programmables/jour, sélection jusqu'à 5 marqueurs/mesure. Bandelettes de test stables et pouvant être retirées de manière hygiénique sans contact avec le sang. Accessoire: mylife™ SmartCase™ pour des piqûres et des mesures directement depuis l'étui rigide.	Boîte intelligente: aucun risque de renverser les bandelettes réactives. Zone d'application sanguine étendue et absorbante. Eclairage des bandelettes réactives. Ejection hygiénique des bandelettes réactives. Avec son exactitude démontrée, il dépasse de loin les exigences de la norme ISO actuelle 15197:2013 (Exactitude 10/10).	Simple, fiable, exact. Facile à manier. Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2013 et a ses exigences minimales plus strictes envers les systèmes.	Mesurer en 4 étapes simples. 50 tests sur une bande continue. Aucune bandelette à manipuler ou éliminer. L'autopiqueur intégré Accu-Chek FastClix, en un seul clic. Pas de contact direct avec les lancettes. Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2013 et à ses exigences minimales plus strictes envers les systèmes.
 <a href="http://www.diabetesuisse.ch">www.diabetesuisse.ch</a> Avril 2018 Page 3 (de 4)						

# Tableau de comparaison des appareils d'autocontrôle de la glycémie

						
Appareil d'autocontrôle de la glycémie	BGStar®	MyStar Extra®	Glucomen® Areo 2K	Glucomen® Areo	Glucomen® LX PLUS	Glucomen® Ready
Fabricant	sanofi-aventis sa	sanofi-aventis sa	A. Menarini Diagnostics	A. Menarini Diagnostics	A. Menarini Diagnostics	A. Menarini Diagnostics
Temps de mesure en sec. (temps de préparation non inclus)	5 sec.	5 sec.	GLU 5 sec. KET 8 sec.	5 sec.	4 sec.	5 sec.
Quantité de sang (en µl)	0,5 µl	0,5 µl	GLU 0,5 µl / KET 0,8 µl	0,5 µl	0,3 µl	0,5 µl
Endroits alternatifs de tests	Oui, Paume de la main ou avant-bras	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Champ de capacité de mesure en mmol/l	1,1–33,3	1,1–33,3	GLU 1,1–33,3 KET 0,1–8,0	1,1–33,3	1,1–33,3	1,1–33,3
Étalonné sur	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma	Plasma
Grandeur appareil en mm	83 × 46 × 20	90 × 51 × 17	85,5 × 56 × 18,2	85,5 × 56 × 18,2	98 × 58 × 17	108 × 60 × 21 autopiqueur inclus
Poids en g	48 g	51 g	50,7 g batteries incl.	50,7 g batteries incl.	75 g batteries incl.	86 g batteries incl.
Températures nécessaires en Celsius	10–40 °C	10–40 °C	5–45 °C	5–45 °C	5–45 °C	8–40 °C
Humidité de l'air	0–90 %	25–90 %	20–90 %	20–90 %	10–90 %	10–90 %
Mémoire de l'appareil	1 865	1 865	GLU 730 / KET 100	730	400	500
Énergie	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (CR2032)	2 × 3-V-cellule lithium (CR 2450)	2 × 3-V-cellule lithium (CR 2450)	1 × 3-V-cellule lithium (CR 2450)	1 × 3-V-cellule lithium (CR 2032)
Bandelettes	BGStar® Bandelettes	BGStar® Bandelettes	Glucomen Areo Sensor & Aero 2K Keton Sensor	Glucomen Areo LX-Sensor	Glucomen LX-Sensor	Cartouche Glucomen Ready de 25
Acceptation de la gouttelette de sang (enclencher l'appareil à l'avance?)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)	sang automatiquement aspiré (non)
Calibration/codage	automatique	automatique	automatique	automatique	automatique	automatique
Indication sur l'hypo- / l'hyperglycémie	Oui, signal d'alarme dans les deux cas	Oui, message d'avertissement dans les deux cas	Oui, réglable par l'utilisateur.	Oui, réglable par l'utilisateur.	Non	Non
Programme informatique	Diabass	Diabass	Glucolog Software Diabass Medimport	Glucolog Software Diabass Medimport	Glucolog Software Diabass Medimport	Glucolog Software Diabass Medimport
Connexion au smartphone / App	Non	Non	App: Glucolog Lite* (voir sous Areo)	Appli: Glucolog Lite*	Appli: Glucolog Lite* (voir sous Areo)	App: Glucolog Lite*
Calculateur de bolus (intégré)	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Remarques particulières	Grande précision grâce à la technologie de l'électrochimie dynamique. Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2013 imposant des critères de précision plus stricts. Indicateurs de repas. Accès rapide aux valeurs moyennes sur 14, 30 ou 90 jours. Large écran rétroéclairé. Dessous en caoutchouc anti-glisse.	Premier glucomètre à fournir, en complément des données glycémiques, une estimation et une tendance de l'HbA1c. Fournit aussi les moyennes de la glycémie à jeun sur 3 jours. Grande précision grâce à la technologie de l'électrochimie dynamique. Conforme à la nouvelle norme ISO 15197:2013 imposant des critères de précision plus stricts. Simple d'utilisation grâce à des symboles intuitifs. Mêmes bandelettes le lecteur BGStar®.	Mesure du glucose et des β-cétones pour davantage de sécurité pour les personnes sous insuline. Bandelettes de test extralarges, fonction d'alarme et divers symboles de marquage des valeurs. Le transfert des données vers un smartphone ou une tablette s'effectue au moyen de la fonction NFC intégrée. Grande précision: satisfait aux critères des nouvelles normes ISO 15197:2015.	Utilisation facile, bandelettes de test larges et grande précision de mesure. Bandelettes de test extralarges, fonction d'alarme et divers symboles de marquage des valeurs. Le transfert des données vers un smartphone ou une tablette s'effectue au moyen de la fonction NFC intégrée. Satisfait aux critères des normes ISO 15197:2015. * Un appareil intégré NFC / Glucolog B.T. pour la transmission Bluetooth est disponible gratuitement.	«No Coding» grâce à un procédé de fabrication innovant. Contrôle du volume de sang. Aucune mesure hors de la plage de température permise de 5 à 45 °C. Désactivation automatique de l'appareil 30 sec. après la dernière opération. Test possible également avec des sites alternatifs de ponction. Calcul des valeurs moyennes de 1, 7, 14 et 30 jours. Mesurage du taux des β-cétones. Grande précision: remplit les critères des nouvelles normes ISO 15197:2013.	All-in-One: Compact lecteur de glycémie avec 25 bandelettes réactive et lancette intégrée dans l'appareil. Possibilité de mise en réseau sans fil via Bluetooth avec un smartphone ou une tablette (Android et iOS). Grande précision: remplit les critères des nouvelles normes ISO 15197:2013. Affichage rétro-éclairé des résultats.
 <a href="http://www.diabetesuisse.ch">www.diabetesuisse.ch</a> Avril 2018 Page 4 (de 4)						

## Système FreeStyle Libre

Le dispositif FreeStyle Libre est un système d'autosurveillance de la glycémie de nouvelle génération : il permet de mesurer sans piqûre le taux de glucose dans le liquide interstitiel chez les personnes (âgées de 4 ans et plus) atteintes de diabète sucré. Ce dispositif est conçu pour remplacer la mesure de la glycémie par prélèvement capillaire, sauf cas particuliers (femmes enceintes, personnes dialysées ou personnes âgées de moins de 4 ans).

Il se compose :

- un capteur placé sur la peau pour une durée de 14 jours qui mesure le taux de glucose toutes les minutes et produit une valeur moyenne toutes les 15 minutes (technologie flash)
- un lecteur utilisé pour scanner le capteur par une liaison sans fil et afficher les données générées correspondantes à l'ensemble du profil glycémique (valeurs, tendances, variabilité glycémique, historique des 8 dernières heures...)



Figure 11 : Lecteur FreeStyle Libre (<https://www.freestylelibre.fr/libre/>)

Le lecteur comporte également un lecteur de glycémie et de cétonémie intégré, qui fonctionne avec des électrodes de dosage de glycémie et de cétonémie FreeStyle Optium.

La première étape consiste à appliquer le capteur sur la peau, avec l'applicateur fourni dans le kit de mesure.

Une fois en place, le capteur doit être activé en allumant le lecteur, et en sélectionnant le programme "Démarrer un nouveau capteur". L'activation du capteur est signalée par un bip sonore produit par le lecteur. Après l'activation, un délai de 60 minutes est nécessaire avant de scanner pour la première fois le nouveau capteur.

Pour scanner le capteur, le patient doit sélectionner l'icône "Vérifier le glucose" sur son

lecteur et maintenir celui-ci à moins de 4 cm du capteur. Cette opération peut se faire au travers des vêtements. Elle peut être renouvelée autant de fois que nécessaire.

Après 14 jours d'utilisation, le patient doit retirer le capteur en place. Le lecteur indique lorsqu'il est temps d'enlever le capteur et de le remplacer. Il suffit de tirer le bord de l'adhésif et détacher lentement le capteur en un mouvement.

#### Conseils aux patients :

- Attention à la fiabilité le premier jour de pose
- Le capteur doit être appliqué sur une peau propre et sèche. Une fois le capteur appliqué, il est recommandé de lisser son contour pour augmenter l'adhérence.
- Informer le patient de la moindre fiabilité des résultats du système FreeStyle Libre le premier jour de pose.
- Le capteur doit être retiré avant de subir une IRM (imagerie par résonance magnétique).
- Le capteur peut résister à une immersion sous 1 mètre d'eau pendant 30 minutes au maximum.
- En cas de panne, durant la période de garantie, un remplacement gratuit standard du lecteur ou du capteur défectueux par un produit neuf est assuré dans un délai de 3 jours ouvrés.

Certaines situations nécessitent un contrôle par glycémie capillaire :

- pour confirmer une hypoglycémie ou une hypoglycémie imminente
- si le patient ressent des symptômes d'hypoglycémie alors que les résultats obtenus par FreeStyle Libre affichent une glycémie normale, ou si un résultat inexact est suspecté.

L'utilisation de l'appareil FreeStyle Libre permet de réduire le temps passé en hypoglycémie et ainsi de maximiser le temps du patient à optimiser son objectif glycémique. De plus, l'utilisation de cet appareil améliore la qualité de vie des patients diabétiques. Lors des contrôles de la glycémie, le patient n'a plus besoin de se piquer le bout du doigt.

Les principaux effets indésirables sont des réactions au niveau du site d'insertion du capteur notamment rash cutanés, infections, allergies, érythèmes, nécroses.

Le système FreeStyle Libre est réservé aux patients ayant reçu une éducation thérapeutique ainsi qu'une formation spécifique à l'utilisation du système flash d'autosurveillance du glucose interstitiel.

Les objectifs de cette démarche sont :

- D'acquérir la maîtrise de l'application du capteur
- D'apprendre à interpréter et utiliser les informations fournies par le système FreeStyle Libre pour optimiser le traitement
- D'informer de la moindre fiabilité des résultats du système FREESTYLE LIBRE le premier jour de pose

Cette formation est assurée par une structure prenant en charge des patients diabétiques et impliquée dans les programmes d'éducation thérapeutique validés par les ARS.



Figure 12 : Kit d'utilisation FreeStyle Libre (*Utilisateur du freestyle libre  
abbott /facebook.com*)



## **2. Prescription et remboursement**

Pour la Sécurité sociale, le diabète s'inscrit dans un dispositif « affection longue durée » (ALD) qui prend en charge les soins relatifs au diabète et au traitement de ses complications : complications oculaires, vasculaires, rénales ou neurologiques consécutives au diabète, hypertension artérielle.

L'état de diabète avéré permet une déclaration en affection longue durée par votre médecin. La mise en ALD permet de ne pas payer le ticket modérateur, part habituellement à la charge de l'assuré après le remboursement (du soin, du traitement...) par l'Assurance maladie.

Les lecteurs de glycémie sont remboursables tous les 4 ans par l'assurance maladie et sont délivrés avec une garantie fabricant de 4 ans. Chez l'enfant et l'adolescent de moins de 18 ans deux lecteurs sont pris en charge tous les 4 ans.

Les autopiqueurs sont remboursables tous les ans. Il est important de veiller à ce que le patient change une fois par an son autopiqueur afin d'éviter l'arrêt des autocontrôles. En effet, au bout d'un certain temps, il perd de son efficacité, le ressort interne s'abîme et crée des vibrations qui entraînent des douleurs désagréables lors du prélèvement.

Concernant les bandelettes, il n'y a pas de limite de prescription chez le diabétique de type I.

L'appareil FreeStyle Libre est commercialisé depuis septembre 2014, mais c'est seulement depuis le 1<sup>er</sup> Juin 2017 qu'il peut être délivré en pharmacie et remboursé par l'assurance maladie.

Sa prise en charge est en effet exclusivement réservée aux patients atteints d'un diabète de type 1 ou de type 2 (adultes et enfants âgés d'au moins 4 ans) traités par insulinothérapie intensifiée (pompe externe ou nécessitant 3 injections ou plus par jour) et pratiquant une autosurveillance glycémique pluriquotidienne (3 mesures ou plus par jour).

La base de remboursement LPPR (= prix public) de ce kit de mesure s'élève à 48,49 euros pour le lecteur et à 37 euros pour le capteur ; leur taux de prise en charge est de 60 %. La prescription initiale de Freestyle libre doit être établie par un diabétologue ou un pédiatre expérimenté en diabétologie.

Le nombre de capteurs pris en charge annuellement est limité à 26.

La prise en charge de FreeStyle Libre exclut celle d'un autre lecteur de glycémie capillaire. Cependant, dans les situations cliniques où le fabricant préconise la mesure de la glycémie capillaire, la prise en charge de bandelettes et de lancettes pour lecteur de glycémie capillaire doit être limitée à 100 bandelettes et 100 lancettes, par patient et par an. {25}

## **C. Le pharmacien et l'insuline**

Le pharmacien comme tous les autres soignants en diabétologie doit bien connaître les différentes formes d'insuline ainsi que leurs profils cinétiques, l'anatomie des sites d'injections, le processus d'une injection correct. De plus, il doit être en mesure d'identifier les besoins personnels du patient afin de permettre une meilleure prise en charge thérapeutique.

### **1. Différents moyens d'injection de l'insuline**

#### **❖ Les seringues à insulines**

Les seringues à insuline sont graduées en unités d'insuline. Selon la dose à injecter, on utilise :

- des seringues de 0,3 ml contenant 30 unités d'insuline
- des seringues de 0,5 ml contenant 50 unités d'insuline
- des seringues de 1 ml contenant 100 unités d'insuline

Dans la seringue, on prélève soit une seule insuline, soit un mélange d'insuline d'action rapide et d'action prolongée. Attention, certains analogues lents ne se mélangent pas avec la rapide.

#### **❖ Les stylos pré-remplis ou rechargeables**

Le stylo permet de faire l'injection d'insuline plus simplement qu'avec une seringue. L'insuline est disponible à tout moment dans une cartouche ou dans un stylo jetable. Les stylos rechargeables utilisés avec des cartouches adaptées au stylo, permettent de sélectionner l'insuline par  $\frac{1}{2}$ , 1 ou 2 Unité(s). Les stylos jetables, prêts à l'emploi, permettent de sélectionner l'insuline par 1 ou 2 Unité(s).

### **2. Sites d'injection**

Le site de prédilection pour l'injection d'insuline est le tissu sous-cutané. C'est une couche de cellules adipeuses située en dessous du derme et au-dessus du muscle. La résorption de l'insuline est durable et stable. Cela favorise une meilleure reproductibilité de la dose donc moins de variations glycémiques, quelque soit la profondeur dans le tissu sous-cutané.

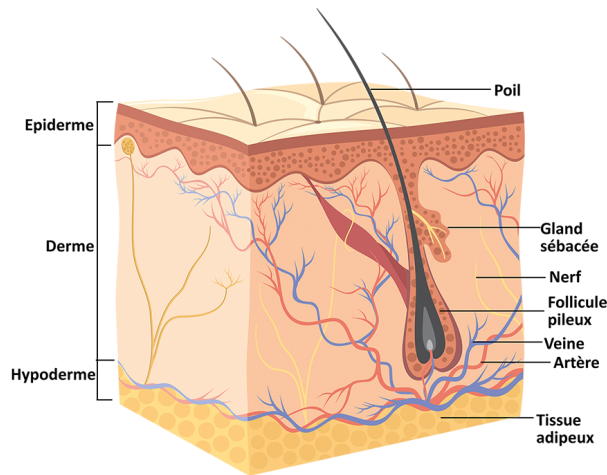


Figure 13 : Structure de la peau

Le tissu sous-cutané est relativement accessible sur toute la surface du corps cependant, il est recommandé d'injecter l'insuline dans quatre principales zones :

- L'abdomen : essentiellement la partie péri-ombilicale en évitant les parties plus latérales pour lesquelles le tissu sous-cutané s'amincit considérablement
- Les bras : la partie inféro-postérieure et latérale
- Les cuisses : la partie supéro-externe
- Les fesses : de préférence la partie supéro-externe plus accessible et plus éloignée du nerf sciatique

La cinétique de résorption diffère en fonction de la zone d'injection. Elle est rapide au niveau de l'abdomen, moyennement rapide au niveau des bras, lente au niveau des cuisses et très lente au niveau des fesses.

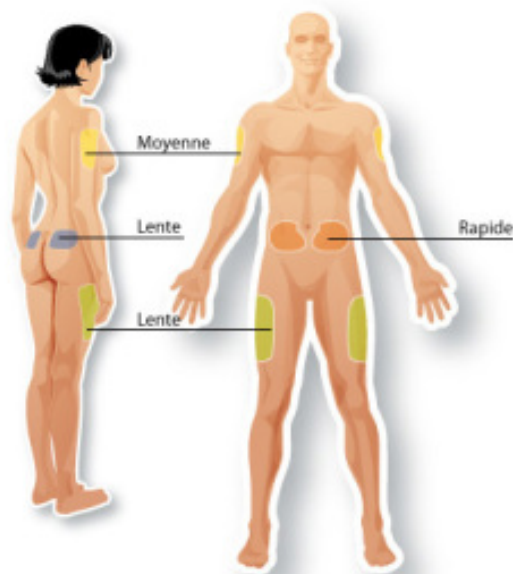


Figure 14 : Les différents sites d'injection de l'insuline ([http://www.omedit-centre.fr/stylo/col/les\\_sites\\_d\\_injections](http://www.omedit-centre.fr/stylo/col/les_sites_d_injections))

Un point clef de l'éducation du patient diabétique de type I est la rotation des sites. En effet, il faut absolument préserver sur le long terme l'état cutané des zones d'injections et en particulier éviter la formation de lipodystrophies.

C'est un enjeu de taille sachant que les schémas optimisés d'insulinothérapie comportent au moins quatre injections quotidiennes.

Afin de faciliter la vie des patients, on peut leur proposer un schéma « même zone, même heure ».

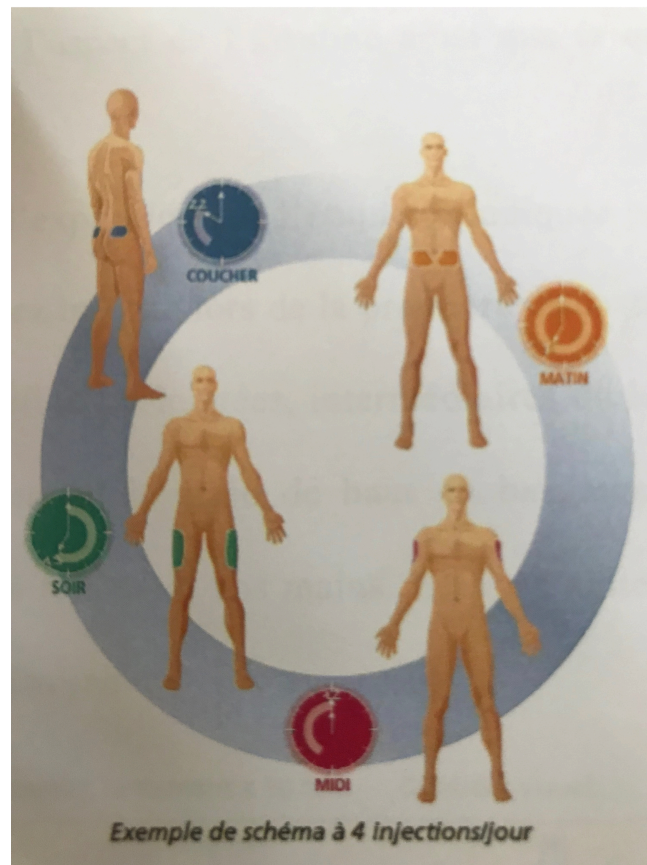


Figure 15 : Variation des sites d'injection en fonction du moment de la journée

Nous avons vu que la rotation inter-site est primordiale mais il est important de parler de la rotation intra-site. Cette rotation permet aussi d'éviter l'apparition de lipodystrophies au site d'injection. Pour cela, on conseille au patient de diviser chaque zone en quadrant, et d'utiliser un quadrant par semaine en espaçant les injections d'au moins 1cm.

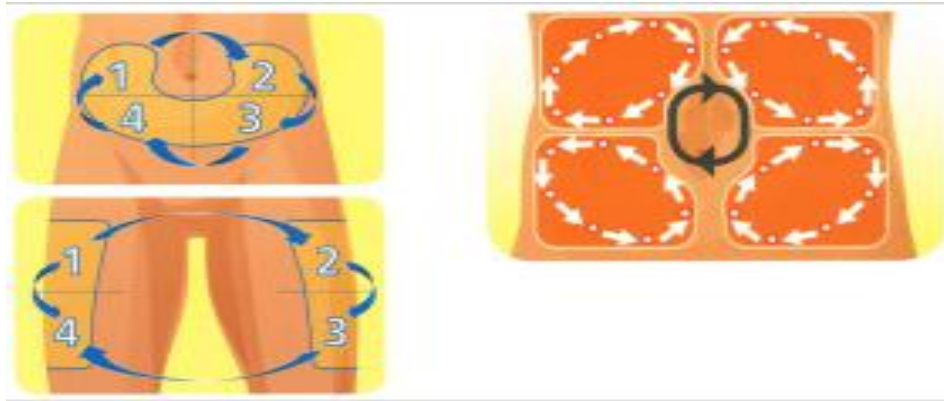


Figure 16 : cycle de rotation intra-site de l'insuline (*BD-diabète et injection d'insuline*)

### 3. L'injection en pratique

Pour commencer, Préparer votre matériel :

- Se laver les mains à l'eau savonneuse, bien se rincer et sécher
- Préparer le matériel : stylo injecteur, aiguille, désinfectant, collecteur DASRI
- Vérifier le type, l'aspect de l'insuline ainsi que la quantité restante dans la cartouche
- Si on doit changer de cartouche ou d'aiguille, il ne faut pas oublier de purger l'aiguille
- Vérifier la date d'expiration sur l'étiquette indiquée par le fabricant ainsi que celle que vous avez inscrite lors de la première utilisation
- Les insulines d'actions prolongées, intermédiaires ou les mélanges doivent être mélangés en inversant le stylo de haut en bas, une dizaine de fois, ou en roulant le stylo une à deux fois entre vos mains. Eviter d'agiter trop fort le stylo pour ne pas abîmer l'insuline.

Pour la seringue à insuline, avant chaque injection :

- On prépare sur une surface propre le flacon d'insuline, le coton, le flacon d'alcool et la seringue à insuline.
- On désinfecte le bouchon de caoutchouc du flacon d'insuline avec un coton d'alcool à 70°.
- On remplit la seringue d'un volume d'air équivalent à la quantité d'insuline à prélever.
- On pique l'aiguille droit dans le bouchon de caoutchouc et on chasse l'air dans le flacon.

- On retourne l'ensemble flacon-seringue, et on tire sur le piston pour prélever une quantité d'insuline supérieure à la dose désirée.
- On retire l'aiguille du flacon d'insuline. L'aiguille étant vers le haut, on tire sur le piston pour former une poche d'air au sommet de la seringue.
- On tapote sur la seringue pour faire monter les bulles logées près du piston.
- La seringue étant parfaitement verticale, on pousse le piston pour chasser l'air du sommet de la seringue.
- On ajuste la dose d'insuline avec précision.
- On remet le capuchon sur l'aiguille, le temps de se préparer à faire l'injection.
- On ne touche jamais à l'aiguille au cours de ces manipulations.

S'il faut préparer une seringue avec deux insulines, on prélève d'abord l'insuline d'action rapide avant de prélever l'insuline d'action intermédiaire.

Pour le stylo à insuline, avant chaque injection :

On installe la cartouche dans le stylo. Les stylos jetables sont prêts à l'emploi.

Pour installer l'aiguille sur le stylo :

On ouvre l'emballage stérile de l'aiguille en retirant le couvercle en papier

On visse l'aiguille à fond sur le stylo, sans la retirer de son emballage

On retire l'emballage, mais on laisse le capuchon sur l'aiguille, jusqu'à l'injection

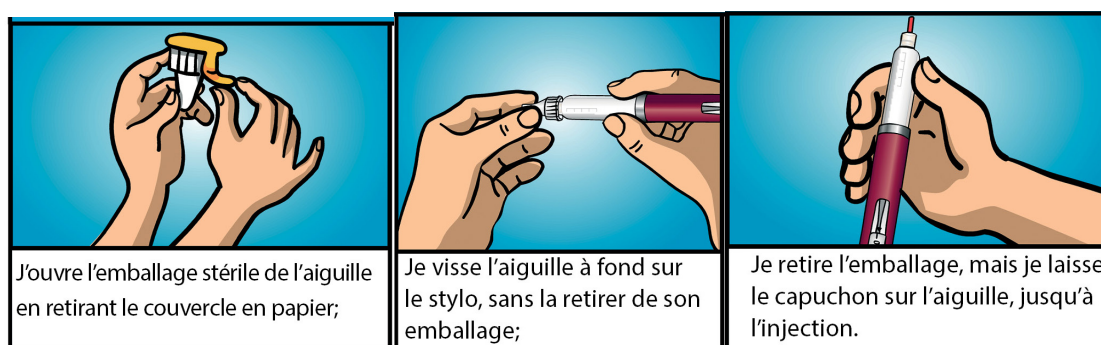


Figure 17 : Etape d'injection avec un stylo à insuline (<https://www.ajd-diabete.fr/le-diabete/vivre-avec-le-diabete/et-quand-on-est-adolescent>)

- On vérifie qu'il reste assez d'insuline dans la cartouche pour injecter la dose d'insuline prévue;
- S'il n'y a pas assez d'insuline, on change la cartouche.

- On n'oublie pas de purger l'aiguille à chaque changement de cartouche (quelques unités)
- On vérifie que l'insuline sort bien de l'aiguille, et on répète l'opération si nécessaire.
- On sélectionne avec attention la dose à injecter, en se référant au mode d'emploi.

### Injection de l'insuline

- On fait l'injection tout de suite après avoir préparé le stylo ou la seringue.
- On s'installe dans une position qui laisse la peau bien souple dans la zone d'injection.
- On fait l'injection sur une peau propre, on la désinfecte si besoin.
- On pince la peau entre le pouce et l'index pour faire un pli.
- Au niveau des bras, il n'est pas possible de faire le pli et de piquer d'une seule main ; on doit donc se faire aider.

Généralement, on place la seringue à la base du pli, très obliquement, on pique en enfonçant l'aiguille, complètement, on relâche le pli avant d'injecter et on injecte l'insuline. Dans certains cas, on peut faire l'injection au sommet du pli, on garde alors le pli jusqu'à la fin de l'injection.

Pour le stylo, on appuie sur le bouton presseur pour déclencher la libération de l'insuline. On garde le bouton presseur totalement enfoncé après l'injection jusqu'au retrait de l'aiguille.

L'injection terminée, on compte lentement jusqu'à 15, pour éviter une perte d'insuline, et on retire l'aiguille.

Pour le stylo, on dévisse l'aiguille ou on la coupe avec un coupe-aiguille. On la jette dans un récipient réservé à cet usage. On remet le capuchon du stylo. Pour la seringue, on coupe l'aiguille avec un coupe-aiguille ou on jette la seringue avec son capuchon dans le collecteur DASRI.

Il est primordial de rappeler au patient que l'on utilise une aiguille neuve pour chaque injection.

### Choix de la taille de l'aiguille :

Afin de garantir une bonne résorption, l'insuline doit être injectée dans le tissu sous-cutané. La profondeur de l'injection sera conditionnée par la longueur de l'aiguille utilisée. La longueur de l'aiguille à utiliser est déterminée en fonction de plusieurs paramètres :

- La corpulence
- Le lieu de l'injection et la technique utilisée

- Le volume de l'insuline à injecter
- Le sexe et l'âge du patient

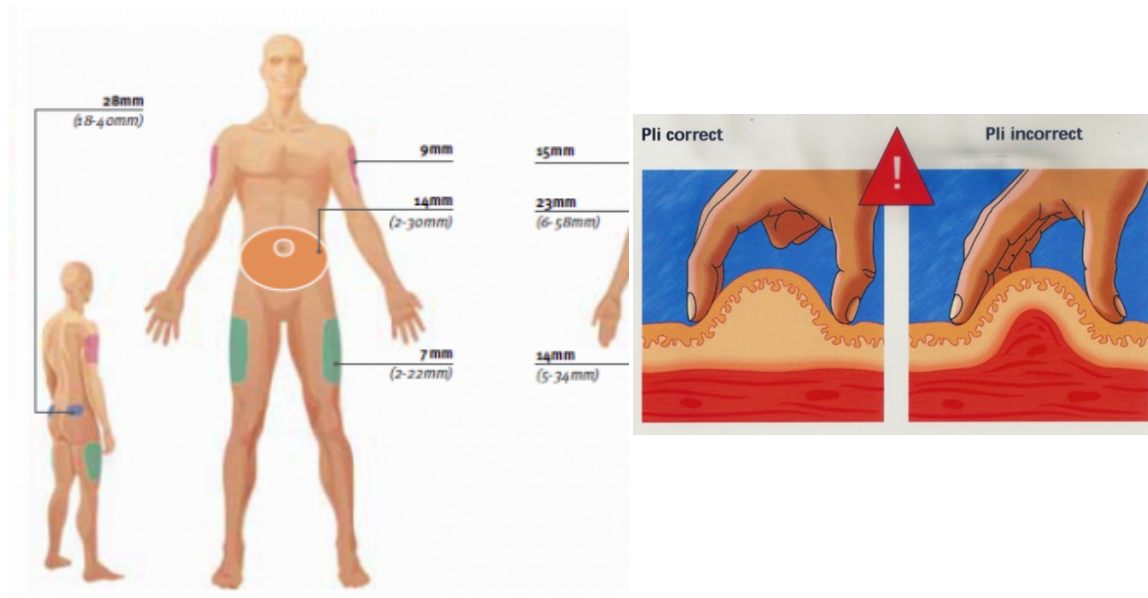


Figure 18 : Sites d'injection fonction de la longueur de l'aiguille et pli cutané (*BD-diabète et injection d'insuline*)

En cas d'utilisation d'aiguilles courtes, la technique d'injection est simple, il faut insérer l'aiguille perpendiculairement sans pli cutané. En cas d'utilisation des aiguilles longues (8 mm, 12,7 mm), l'injection recommandée est réalisée avec pli cutané afin de réduire le risque d'injection intramusculaire. {26}

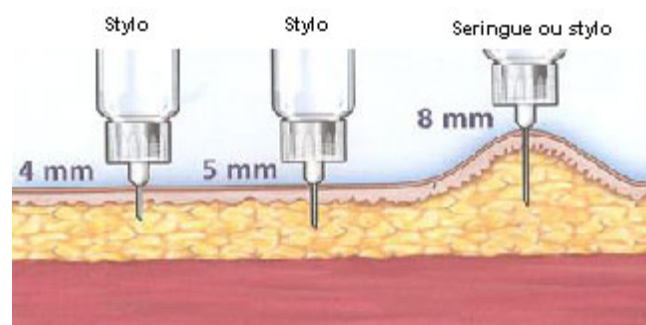


Figure 19 : Choix du type d'injection en fonction du type d'aiguille  
(<http://formathon.fr/Formathon/32/insulinothérapie-par-les-médecins-traitants>)



#### **D. Le pharmacien et l'hypoglycémie**

En effet, équilibrer un diabète insulino-dépendant, c'est-à-dire obtenir une glycémie moyenne autour de 1,5 g/l n'est pas possible sans provoquer des hypoglycémies répétées. Encore faut-il que ces hypoglycémies ne soient ni trop sévères ni trop fréquentes, entravant la vie sociale ou professionnelle du malade. Forcé, en général, d'accepter deux à trois hypoglycémies modérées par semaine, le malade assurera lui-même le resucrage. Il est donc essentiel que le patient diabétique ait une parfaite éducation pour la prévention et le traitement des hypoglycémies.

Rappelons les principaux signes cliniques de l'hypoglycémie qui doivent alerter le patient : mains moites, sueurs, pâleur, angoisse, faim, crampes, tremblements, palpitations, tachycardie.

Le risque des hypoglycémies répétées entraînent une altération des fonctions cognitives mais surtout une désensibilisation hypothalamohypophysaire masquant ainsi les signaux d'alerte normalement facilement reconnaissables pour le patient.

Lors d'une hypoglycémie, il faut premièrement cesser toute activité s'il y en a une. Deuxièmement, il faut si cela est possible vérifier la glycémie capillaire pour confirmer l'hypoglycémie.

Par la suite, il est essentiel de resucrer le patient : Il faut prendre immédiatement un sucre « rapide » (trois carrés de sucre ou deux cuillères à soupe de miel ou encore une pâte de fruit) associé avec un verre de soda ou de jus de fruit (15 cl).

Il est important de refaire un contrôle de la glycémie 30 minutes après. Si celle-ci est toujours basse alors le patient doit aussi ingérer 10 g de glucides (2 biscottes, 100g de compote, 1 madeleine, 2 biscuits secs, 1 fruit).

Si la glycémie ne remonte toujours pas ou s'il y a des troubles de la conscience, on peut parler de coma hypoglycémique et dans ce cas-là il faut recourir au glucose par voie intraveineuse (30 à 50 ml de soluté glucosé à 50 % puis perfusion de soluté glucosé à 5 %).

Il est aussi possible de recourir à une injection en intramusculaire ou sous-cutanée de Glucagon (Glucagen®).

Voici quelques conseils qui peuvent être donnés aux patients diabétiques pour éviter l'hypoglycémie :

- Adapter les doses d'insuline rapides non seulement en fonction de la glycémie instantanée mais aussi en fonction de l'alimentation et de l'activité prévue
- Connaître les apports glucidiques des différents aliments et les équivalents (pain = 50%, légumes verts = 5%, féculents = 20%...)
- Une fois l'injection d'insuline rapide faite, ne pas retarder un repas ou prendre une collation glucidique (biscotte) en attendant le repas
- Diminuer non seulement les doses d'insulines avant l'effort physique mais aussi après l'effort car le muscle continue à pomper le glucose pour refaire ses stocks en glycogène préalablement épuisés par l'effort physique
- Prendre une collation au milieu de la matinée si le patient est sujet à des hypoglycémies en fin de matinée
- Prendre une collation au coucher (environ 22h) si la glycémie est inférieure à 1,2 g/l ou 1 g/l
- Il peut être intéressant de conseiller au patient de faire son injection d'insuline après le repas et non avant s'il doit faire un trajet ou une file d'attente au self par exemple
- Avoir toujours sur soi trois morceaux de sucre dans la poche à prendre immédiatement en cas de malaise
- Contrôler sa glycémie avant de conduire et avoir à portée de main trois sucres
- Avoir chez soi, sur son lieu de travail, sur son lieu de résidence secondaire ou son lieu de loisir du glucagon (Glucagen<sup>®</sup>) gardé au frais au bas du réfrigérateur. Avant toute injection, il est important de vérifier la date de péremption.
- Il est important que le patient informe et forme son entourage à l'injection du Glucagon qui doit être faite immédiatement en cas de coma hypoglycémique ou d'impossibilité de resucrage par voie orale.

Il est important de remarquer que les hypoglycémies sévères chez les diabétiques de type I sont devenues moins fréquentes. 20% des diabétiques insulino-dépendants présentent chaque année une hypoglycémie sévère. 5 à 10% des diabétiques insulino-dépendants présentent chaque année un coma hypoglycémique. Moins de 1% des diabétiques insulino-dépendants décèdent d'un coma hypoglycémique.

L'utilisation des analogues lents, la pratique de l'IF, l'utilisation des analogues rapides permettent de réduire la fréquence des hypoglycémies à distance des repas notamment les hypoglycémies nocturnes.

Le pharmacien doit aussi avoir des notions sur les diabétiques présentant un haut risque d'hypoglycémie sévère (coma, convulsions, hypoglycémie nécessitant le recours à une tierce personne) :

- Patients surdosés en insuline avec des doses totales supérieures à 1 unité/kg/jour et des doses d'insuline basale supérieures à 0,4 unité/kg/jour
- Patients ayant déjà eu plusieurs hypoglycémies sévères
- Patients de moins de 7 ans ou de plus de 70 ans
- Patients présentant une intoxication alcoolique ou une alcoolisation aiguë
- Patients ayant une pancréatite chronique
- Patients ne percevant plus les signaux d'alerte neurovégétatifs de l'hypoglycémie
- Patientes enceintes chez lesquelles on cherche une normalisation de l'HbA1c avec un risque accru d'hypoglycémie sévère lors des premiers mois de grossesse.

{27}

### **E. Le pharmacien et les DASRI**

La gestion des DASRI constitue depuis toujours une problématique importante tant au niveau individuel que collectif. Un décret, publié le 24 Octobre 2010 au journal officiel, suivi d'un arrêté, publié au journal officiel en date du 3 septembre 2011, stipulent que les personnes qui s'administrent elles mêmes leur traitement pourront dorénavant obtenir auprès de leur pharmacien des collecteurs de déchets adaptés à leur traitement.

Cet arrêté est rentré en application le 1<sup>er</sup> Novembre 2011 date à partir de laquelle toute officine a l'obligation de mettre à disposition de leur patient en auto-traitement des collecteurs pour le recueil des DASRI.

Les conteneurs destinés aux patients seront fournis gratuitement aux pharmaciens par les exploitants.

Le pharmacien récupère les collecteurs DASRI. Ces derniers seront ensuite remis à un organisme de destruction agréé. {28}

## **F. Le pharmacien et le diabète de l'enfant et de l'adolescent**

Les études pédiatriques permettent d'avoir une idée assez précise de l'épidémiologie du diabète chez l'enfant et l'adolescent, avec plusieurs observations importantes :

- La fréquence du diabète de type 1 varie beaucoup d'un pays à l'autre
- Elle est en progression dans tous les pays
- Elle augmente tout particulièrement chez les jeunes enfants.

Les signes du diabète sont les mêmes que chez l'adulte mais avec quelques nuances.

Dans presque tous les cas, la soif intense, le besoin d'uriner avec des réveils nocturnes fréquents et des épisodes d'énurésie nocturne restent présents. On observe aussi un amaigrissement de plus de 10% du poids chez une enfant qui mange plus que d'habitude. Ces signes qui sont assez évocateurs chez l'adulte passent souvent inaperçus par les parents conduisant l'enfant diabétique non diagnostiqué à développer une acidocétose.

La fréquence avec laquelle les enfants et les adolescents présentent une acidocétose au moment du diagnostic de diabète de type 1 est très élevée. D'après une étude réalisée par l'aide aux jeunes diabétiques avec 146 services hospitaliers de Pédiatrie en 2009-2010 :

- Près de 45% des enfants et des adolescents ont une acidocétose, 55% chez les enfants de moins de 5 ans
- 15% des enfants avaient une acidose sévère représentant un danger vital, 25% chez les enfants de moins de 2 ans
- Deux enfants de 10 et 11 ans sont décédés.

L'acidocétose au moment du diagnostic est donc :

- Une cause de très grande angoisse pour les parents
- Une cause d'hospitalisation dans les unités de soins intensifs
- Un facteur de moins bon équilibre dans les premières années de traitement.

L'acidocétose est essentiellement due à un retard au diagnostic lorsque les signes de l'hyperglycémie ne sont pas connus et lorsque l'urgence à débiter le traitement par l'insuline n'est pas connue. Ainsi une information auprès des familles par les professionnels de santé notamment par le pharmacien d'officine permet de faire le diagnostic plus rapidement.

Enfants et parents ont souvent du mal à l'idée de la première injection, et les injections peuvent être difficiles avec les petits enfants. On conseille aux parents de d'abord s'exercer sur une poupée de chiffon. On peut demander aux parents de se piquer mutuellement, ce qui ramène la peur de faire mal à une idée plus proche de la réalité actuelle : « Je n'ai rien senti ! ». Le pharmacien ainsi que tous les professionnels de santé doivent bien faire comprendre que l'injection n'est pas une agression mais un geste de vie :

- On peut en faire un moment de tendresse qui est plus facile à deux : un parent tient l'enfant le plus doucement possible, bien serré, avec des câlins pendant que l'autre fait l'injection.
- Faire jouer l'enfant avec sa poupée favorite devenue elle aussi diabétique.
- Refroidir le lieu de l'injection avec un glaçon.
- Dès que l'enfant est en âge de comprendre, il faut lui expliquer les raisons des injections.
- Ne pas hésiter à demander conseil auprès d'un psychologue si besoin.

L'adaptation des doses d'insuline se fait à l'hôpital avec les parents, qui montrent souvent à la fois une grande inquiétude et une grande impatience à apprendre comment modifier les doses d'insuline. L'adaptation des doses se fait et s'apprend de la même manière que chez l'adulte.

L'alimentation des jeunes diabétiques doit être la plus normale possible, mais la majorité d'entre eux considère l'alimentation comme la contrainte la plus importante, du fait qu'elle ne peut pas exactement être comme celle des autres. Plus l'éducation diététique est abordée tôt, plus le jeune diabétique pourra équilibrer correctement et précisément son diabète.

A l'école, rien ne distingue le jeune qui a un diabète des autres jeunes. Il suit les cours comme les autres et peut manger à la cantine. Ils participent aux cours d'éducation physique, aux sorties scolaires et partent en classe de découverte avec ses camarades. Il faut permettre à l'enfant diabétique de manger en classe en cas d'hypoglycémie et d'aller aux toilettes. Si besoin, il peut prendre une collation et faire ses analyses dans de bonnes conditions.

A chaque rentrée scolaire, le jeune élève et ses parents rencontrent les enseignants et (si possible) le service de santé scolaire pour les informer.

La peur de l'hypoglycémie est source d'angoisse en milieu scolaire. Ceci n'est pas justifié car les hypoglycémies sévères à l'école sont tout à fait exceptionnelles. On demande de

conserver une ampoule de Glucagon à l'école, pour la mettre à disposition des pompier ou du SAMU, qui viennent toujours rapidement. Les hypoglycémies moins sévères se règlent en général bien, les enseignants doivent seulement ne pas les méconnaître ou les banaliser : « ne t'inquiète pas, ça va passer ».

Il est important de faciliter la vie de l'enfant diabétique à l'école :

- Des documents rédigés par les médecins de l'aide aux jeunes diabétiques sont fournis aux enseignants pour les informer
- Un projet d'accueil individualisé peut être établi avec l'aide du médecin scolaire
- Pour les parents, on conseille la prudence c'est à dire ne pas inquiéter, ne pas demander à l'école plus que ce qu'elle peut. Si les parents ne sont pas sûrs d'eux, ou si la communication est difficile il vaut mieux en parler à l'équipe soignante qui pourra intervenir.
- Pour l'enfant, l'école est un instant de liberté qui lui permet d'oublier un instant la maladie, il est inutile de vouloir médicaliser cet endroit.

Pour l'enfant, le diabète n'a de réalité qu'à travers le traitement car ce n'est pas une lutte contre la mort, il n'entraîne pas de handicap intellectuel, il n'est pas douloureux et ne se voit pas. L'enfant souffre souvent du sentiment d'être privé de certains plaisirs et d'être différents des autres. Pour que ces contraintes soient tolérées, il faut qu'elles soient expliquées et partagées autant avec les parents qu'avec tout le personnel médical. La façon dont l'enfant se représente et ressent le diabète dépend beaucoup de l'attitude des parents. En fonction de l'âge de l'enfant on peut rencontrer des problème différents :

- Chez le petit enfant, le diabète cause beaucoup d'anxiété, l'hypoglycémie est plus fréquente et difficile à reconnaître. L'enfant ne mange pas comme l'on veut, les injections et l'adaptation des doses d'insulines sont difficiles. Les infections et les gastroentérites déstabilisent la glycémie. Les parents se heurtent parfois à des difficultés pour faire garder l'enfant ou à l'entrée à l'école. Il faut du temps, de la patience et le soutien continue de l'équipe soignante indispensable à la bonne gestion du traitement.
- A l'âge de l'école primaire, l'enfant veut apprendre, comprendre, faire toutes sortes de choses. Il pose des questions, il participe aux gestes de la vie quotidienne.

- Quand le diabète débute à l'adolescence, le traitement est à présenter comme une réalité incontournable pour que le jeune en fasse une règle de vie. Il prend généralement le traitement au sérieux mais il arrive que se produise un véritable blocage difficile à lever rapidement. Il faut instaurer une relation de confiance entre le jeune et ses parents mais aussi avec les professionnels de santé.

Voici quelques conseils pratiques que l'on peut donner lorsqu'une sortie scolaire est prévue :

- Avoir les coordonnées téléphoniques de la famille. Image : portable
- Garder tout le matériel et les collations avec soi, pas dans le coffre du car.
- S'informer de l'activité de la journée pour pouvoir adapter les doses d'insuline.
- Si nécessaire, avancer l'horaire de l'injection d'insuline et du petit déjeuner, tout en gardant les mêmes doses. En cas d'injection à midi ou au goûter, adapter les doses à l'activité.
- Pour le repas, s'assurer qu'ils soient régulièrement répartis dans la journée, avec les collations. Prévoir une collation supplémentaire dans la matinée si l'injection a été faite tôt le matin. Préparer un pique-nique ou un déjeuner équilibré. Enfin, préparer une collation dans la soirée en cas de décalage important du repas du soir.
- Mal des transports : si l'enfant y est sujet, prévoir de lui donner un médicament. Surveiller la glycémie en cas de vomissement. {29}



## **G. Le pharmacien et l'activité physique du diabétique**

De nombreux diabétiques évitent ou cessent toute activité sportive par crainte des hypoglycémies. Cependant, l'activité physique a des effets bénéfiques bien établis. Le rôle du pharmacien d'officine est essentiel afin de pouvoir rassurer le patient sur ses craintes et de l'informer au mieux sur les recommandations à suivre lors d'une activité physique.

Quel que soit le contexte toutes les activités physiques s'insèrent parmi les autres approches thérapeutiques du diabète comme les mesures diététiques et les traitements pharmacologiques.

Bien programmé et pratiqué de manière régulière, le sport comporte peu de risques par rapport aux bénéfices que l'on peut en retirer et il joue un rôle important dans la prévention des atteintes macroangiopathiques. Cet effet protecteur est lié à la régularité de l'activité physique.

Comme le corps consomme davantage d'énergie pendant l'activité physique que pendant le repos, pratiquer un sport avec un diabète de type I nécessite une adaptation de la prise d'insuline ainsi qu'une modification des apports alimentaires, notamment en sucre (glucide).

Pour beaucoup de patients, le risque principal en lien avec le sport est la survenue d'hypoglycémies sévères, généralement au cours de l'effort ou juste après, mais pouvant se manifester jusqu'à vingt-quatre heures après l'exercice. En principe, afin d'éviter les hypoglycémies, il est conseillé de réduire les doses habituelles d'insuline et de consommer des glucides supplémentaires (pain, féculent, fruit) avant et après l'effort, et, si nécessaire, pendant. Pendant l'effort, il est conseillé de consommer des glucides sous forme liquide.

Il n'existe pas de protocole standard d'adaptation des doses d'insuline car les paramètres à intégrer sont multiples et les comportements des sujets sont variables. Il faut donc personnaliser les schémas insuliniques. Les protocoles d'adaptation diffèrent selon le schéma insulinique, le plus facile à gérer étant le schéma « basal-bolus ». Le principe est de modifier en premier lieu le bolus d'analogue rapide. Les modifications de l'insuline basale ne sont réservées qu'aux efforts importants et prolongés. L'activité sportive étant le plus souvent matinale, c'est le bolus d'insuline du petit déjeuner qu'il faudra diminuer en abaissant la dose de 30 à 50% selon l'intensité de l'effort envisagé. Si l'activité sportive se situe dans l'après-midi ou la soirée, ce sont les bolus d'insuline du midi ou du soir qu'il faudra diminuer.

Si le patient porte une pompe à insuline sous-cutanée, elle peut être arrêtée et ôtée sans problème pendant soixante à quatre-vingt-dix minutes si le sujet pratique une activité

physique comme la natation ou le judo. Avant de l'enlever, il est important de rappeler au patient que l'injection d'un bolus de 4 unités permet de garder une glycémie stable.

Dans tous les cas de figure, il faut pratiquer une autosurveillance avant, pendant et après l'activité, ce qui permet de modifier éventuellement le schéma insulinique et/ou alimentaire.

Il est préférable de conseiller au patient de pratiquer le sport en post prandial afin que les réserves glycogéniques soient à leur maximum. On peut recommander au patient pratiquant son sport le matin de manger des fruits au petit déjeuner car les sucres qu'ils contiennent sont rapidement transformés en glycogène.

Comme le débit sanguin augmente lors de l'activité physique, il est également recommandé d'éviter l'injection d'insuline au niveau des membres sollicités par l'activité physique. Par exemple, éviter la cuisse avant de courir ou éviter le bras en faisant un sport de raquette. En effet, si l'insuline est injectée dans une zone où les muscles sont actifs, son action sera plus rapide et plus forte ce qui augmentera les risques d'hypoglycémie.

Bien que moins fréquentes, il existe des situations particulières dans lesquelles la pratique du sport avec un diabète de type I est susceptible d'engendrer des hyperglycémies. Ce phénomène s'explique par le fait que l'activité physique induit différents changements hormonaux, dont une augmentation du taux d'hormone dite de « contre-régulation » comme l'adrénaline ou le cortisol. A l'inverse de l'insuline, qui a un effet hypoglycémique, les hormones de contre-régulation ont pour fonction d'augmenter le taux de glycémie. De telles hyperglycémies surviennent généralement lors de sprints, d'efforts violents et de stress psychologique, mais demeurent normalement transitoires et ne nécessitent pas de correction.

Dans certains cas, l'activité physique est à limiter, voire à proscrire en cas de complications tardives sévères du diabète. Les complications tardives du diabète les plus importantes à dépister avant de débiter certains sports sont des problèmes oculaires, la détérioration des nerfs, ainsi que tout problème relatif à l'état des pieds. Une attention toute particulière est également recommandée lorsque le patient diabétique souffre d'une infection, est en phase de convalescence ou vient de subir des actes médicaux ou chirurgicaux divers.

Ainsi le pharmacien a un rôle essentiel de conseil dans la pratique d'activités sportives mais il doit aussi encourager ses patients à effectuer un exercice régulier. Quelques « recettes » sont utilisables pour évaluer le progrès effectué et remotiver la personne. On connaît déjà l'utilisation de carnet tenu par le patient qui note son activité, ses glycémies et qui consigne

les problème observés. Mais il existe aussi le bracelet GPS doté d'une intelligence artificielle qui permet de comptabiliser la dépense énergétique, de mesurer la fréquence cardiaque et de tracer des courbes en fonction des différents niveaux d'activité.

D'un point de vue métabolique, l'utilisation de capteurs sous-cutanés (FreeStyle Libre) encourage de nombreux patients diabétiques qui craignaient l'hypoglycémie. {30}

## **H. Le pharmacien et le diabète pré-gestationnel ou gestationnel**

Il est tout d'abord important de distinguer :

- Le diabète gestationnel : le diabète est révélé par la grossesse. Ce qui ne veut pas dire que dans certains cas il n'existait pas avant.
- Le diabète pré-gestationnel : la femme sait qu'elle souffre du diabète de type I avant d'être enceinte.

Le pharmacien d'officine a besoin de connaître certaines notions afin d'orienter et de conseiller au mieux les patientes. La qualité et la coordination de l'environnement médical seront déterminantes dans la santé de la mère diabétique et de son futur enfant.

### ❖ Diabète préexistant à la grossesse :

C'est une grossesse considérée à haut risque qui doit être suivie dans une maternité de niveau 3. Elle nécessite une prise en charge periconceptionnelle pour éviter les risques de malformations et de fausses couches liés à un mauvais équilibre glycémique.

La date de conception doit être connue avec précision car elle va permettre une meilleure prise en charge du fœtus in utero et de l'accouchement. La conduite thérapeutique à tenir repose sur un équilibre de la glycémie avec renforcement des contrôles.

Dans les toutes premières semaines de la grossesse, les besoins en insuline peuvent transitoirement baisser car il y a une tendance à l'hypoglycémie.

A partir du second trimestre, il s'installe progressivement une résistance à l'insuline ce qui explique la nécessité d'augmenter les doses d'insuline. Les besoins s'élèvent parfois de façon très importante, jusqu'à 50 à 100% des doses pré-gestationnelles.

On observe ensuite une stabilisation jusqu'à l'accouchement.

Lors de l'accouchement, les besoins en insuline chutent brutalement exposant la mère à nouveau au risque d'hypoglycémie (surtout en cas d'allaitement).

La prise en charge thérapeutique de la femme enceinte diabétique repose sur l'équilibration du régime alimentaire avec un minimum de 1800 à 2000 kcal/jour notamment 180 à 200g de glucides. L'alimentation doit être fractionnée en repas et collations c'est-à-dire au moins quatre prises quotidiennes mais généralement on compte six collations dont une au coucher. Les schémas insuliniques doivent aussi être adaptés avec le diabétologue. L'insulinothérapie doit être optimisée, soit en multi-injections, soit en un traitement par pompes externes sous-cutanées.

Le pharmacien doit rappeler à la patiente que l'adaptation du traitement fait appel à une autosurveillance comportant au minimum six contrôles quotidiens, dont trois préprandiaux et trois postprandiaux.

❖ Diabète gestationnel :

Le diabète gestationnel est défini comme un trouble de la tolérance au glucose survenant ou découvert pour la première fois pendant la grossesse.

Le diagnostic repose sur le test de l'HGPO qui est pratiqué systématiquement entre la 24<sup>ème</sup> et 28<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée (entre le 5<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> mois).

Il existe des facteurs de risque tels que l'âge (25-30 ans), le surpoids, l'obésité avant la grossesse, l'origine ethnique, les antécédents familiaux de diabète, les antécédents personnels de diabète gestationnel, mort in utéro et/ou macrosomie fœtale.

La prise en charge diététique est la base du traitement. L'apport calorique est déterminé individuellement selon le poids avant la grossesse et la prise de poids durant la grossesse. L'apport recommandé est entre 25 et 35 kcal/kg/jour.

Si après une semaine de prise en charge diététique les objectifs glycémiques ne sont toujours pas atteints alors l'insulinothérapie est indispensable. L'autosurveillance glycémique est recommandée dans le traitement du diabète gestationnel.

C'est un diabète qui disparaît normalement après la grossesse. {31}{32}

## **I. Le pharmacien et les voyages du diabétique**

Lors de la délivrance d'une ordonnance le pharmacien peut être amené à donner des conseils sur la façon, les modalités et les recommandations de voyage.

Tout d'abord, il est important de préciser que le diabète ne doit pas être un frein au voyage, bien que les longs voyages solitaires en terrain désertique (désert, mer, montagne) soient formellement déconseillés.

Le point clef du voyage chez un diabétique comme chez toute autre personne est la préparation de celui-ci.

Préparation du séjour :

Prévoir une consultation médicale 4 à 6 semaines avant le départ :

- Evaluer l'équilibre de votre diabète
- Adapter éventuellement votre traitement en fonction du décalage horaire ou de vos activités
- Renouveler les ordonnances
- La prescription doit détailler tous les éléments du traitement emportés pendant le voyage (aiguilles, stylos injecteurs, lecteur...), sans oublier de mentionner tous les médicaments, y compris ceux dont le rythme de renouvellement est moins fréquent comme le Glucagen<sup>®</sup> par exemple. Il est préférable que l'ordonnance soit rédigée en nom commerciale + DCI (dénomination commune internationale).
- Faire un certificat attestant que vous êtes diabétique et que vous devez utiliser de l'insuline et matériel d'autocontrôle
- Faire la demande d'une carte européenne d'assurance maladie pour les voyages en Europe
- Prévoir les vaccinations (obligatoires ou recommandées)

Récupérer les médicaments à la pharmacie :

- Mise au point avec le pharmacien sur le matériel (stylo insuline, stylo autopiqueur, lecteur, bandelettes, lancettes...)
- Changement des piles du lecteur si besoin
- Rappel des règles de conservation des insulines

- Proposer une housse de transport isotherme protégeant l'insuline du chaud comme du froid
- Rappeler au patient diabétique de toujours garder avec lui ses médicaments accompagnés de l'ordonnance en cours de validité en cas de contrôle par exemple.
- Il est important de préciser au patient de prévoir environ 10% de médicaments et de dispositifs médicaux en plus pour pouvoir faire face aux imprévus (retard d'avion, problème météorologique)
- Faire un point sur l'automédication et la conception d'une petite trousse de voyage

Le jour du départ :

- Garder tout le matériel sur soi
- Répartir si possible votre matériel dans deux bagages dont l'un pourra être confié à une personne qui voyage avec vous
- Pour éviter tout problème au contrôle, conservez dans leur emballage d'origine tout matériel liquide (insuline), les aiguilles et les lancettes
- Avoir sur soi les ordonnances et le certificat du médecin
- Ne jamais conduire à jeun, ni sans avoir vérifié sa glycémie, ni surtout entre une injection d'insuline et un repas. {33}

## V. Conclusion

Ainsi, nous avons pu voir qu'avec l'augmentation de l'incidence du diabète en France, le pharmacien se situe sur le devant de la scène.

Il va permettre de répondre aux demandes croissantes des patients sur les conseils d'autosurveillance glycémique, la gestion de l'arsenal thérapeutique, les bonnes pratiques de prélèvement capillaire, l'injection d'insuline, ainsi que sur les règles hygiéno-diététiques (alimentation, activité physique).

De plus, le pharmacien, se situant au centre du parcours de soin, a la possibilité d'avoir un suivi étroit du patient, lui permettant une prise en charge précoce d'une éventuelle complication. Le risque d'échappement thérapeutique sera réduit.

Toutes ces données, appliquées à la pratique, tracent de nouvelles prérogatives de l'exercice officinal.

La loi HPST (loi Hôpital Patient Santé Territoire) du 21 Juillet 2009, a ouvert une nouvelle fenêtre à la profession de pharmacien dans la prise en charge des soins.

Les missions du pharmacien sont multiples :

- Sensibiliser et informer le public, promouvoir la prévention et le dépistage
- Aider le patient à la compréhension de sa maladie et de ses traitements
- Promouvoir le bon usage du médicament
- Apprendre et renforcer les techniques particulières de prise de certains médicaments
- Aider le patient à l'apprentissage de l'autosurveillance
- Soutenir et accompagner le patient

C'est d'ailleurs à partir de cette expérience concernant le patient diabétique que les programmes d'éducation thérapeutique ont été développés comme la surveillance des patients sous AVK (antivitamine K), asthme et bronchopneumopathie chronique obstructive...



## Indices glycémiques des aliments

Indices glycémiques faibles (< 39)	Indices glycémiques moyens (40 à 59)	Indices glycémiques élevés (>60)			
Abricots (fruit frais)	30	Abricot (boîte, au sirop)	55	Ananas (boîte)	65
Abricots sec	35	Airelle rouge, canneberge	45	Baguette	70
All	30	Ananas (fruit frais)	45	Bananes (mûre)	60
Fruits oléagineux: amandes, cacahuètes, arachides, noisettes, noix, noix de cajou, pistaches	15	Avoine	40	Barres chocolatées (sucrées)	70
Fruits rouges frais sans sucre: airelle, myrtille, fraise, framboise, groseille, mûre	25	Banane (verte)	45	Betterave (cuite)	65
Artichaut	20	Banane plantain (crue)	45	Bière	110
Asperge	15	Barre énergétique de céréale (sans sucre)	50	Biscottes	70
Aubergine	20	Beurre de cacahuète (sans sucre ajouté)	40	Biscuit	70
Avocat	10	Biscuits (farine complète; sans sucre)	50	Bouillie de farine	70
Betterave (crue)	30	Biscuits sablés (farine, beurre, sucre)	55	Brioche	70
Brocoli	15	Blé (farine intégrale)	45	Carottes (cuites)	85
Nectarines (blancs ou jaunes; fruit frais)	35	Blé (type Eblly)	45	Céleri rave (cuit)	85
Cacao en poudre (sans sucre)	20	Boullgour, bulgur (blé, cuit)	55	Céréales raffinées sucrées	70
Carottes (crues)	30	Céréales complètes (sans sucre)	45	Châtaigne, marron	60
Cassoulet	35	Chayotte, christophine (purée de)	50	Chips	70
Céleri branches	15	Cidre brut	40	Confiture et marmelade (sucrée)	65
Céleri rave (cru, rémoulade)	35	Couscous intégral, semoule integrale	45	Corn Flakes, flocons de maïs	85
Céréales germées (germes de blé, de soja...)	15	Couscous/semoule complète	50	Courges (diverses)	75
Cerises	25	Epeautre (farine intégrale ancienne)	45	Crème glacée classique (sucrée)	60
Champignon	15	Epeautre (pain intégral)	45	Croissant	70
Chocolat noir (>70% de cacao)	25	Farine de kamut (intégrale)	45	Dattes	70
Chocolat noir (>85% de cacao)	20	Farine de quinoa	40	Doughnuts	75
Choux, choucroute, chou-fleur, choux de bruxelle	15	Fèves (crues)	40	Farine complète	60
Cœur de palmier	20	Figues sèches	40	Farine de blé blanche	85
Concombre	15	Flocons d'avoine (non cuite)	40	Farine de maïs	70
Confiture ou marmelade (sans sucre)	30	Gelée de coing (sans sucre)	40	Farine de riz	95
Cornichon	15	Haricots rouges (boîte)	40	Féculé de pomme de terre (amidon)	95
Courgettes	15	Jus d'ananas (sans sucre)	50	Fève (cuites)	80
Crustacés (homard, crabe, langouste)	5	Jus d'orange (sans sucre et pressé)	45	Gaufre au sucre	75
Echalote	15	Jus d'airelle rouge/ canneberge (sans sucre)	50	Gelée de coing (sucrée)	65
Endives	15	Jus de carottes (sans sucre)	40	Glucose	100
Epices (poivre, persil, basilic, origan, carvi, cannelle,	5	Jus de mangue (sans sucre)	55	Gnocchi	70
Epinards	15	Jus de pomme (sans sucre)	50	Lasagnes	75
Figure, figue de barbarie (fraîche)	35	Jus de raisin (sans sucre)	55	Maïzena (amidon de maïs)	85
Flageolets	25	Kaki	50	Mayonnaise (industrielle, sucrée)	60
Fromage blanc sans sucre	30	Ketchup	55	Melon	60
Fructose	20	Kiwi	50	Miel	60

## Indices glycémiques des aliments

Indices glycémiques faibles (< 39)		Indices glycémiques moyens (40 à 59)		Indices glycémiques élevés (>60)	
Haricot coco, haricot mange-tout, coco plat, cocos, pois mange tout	15	Lactose	40	Muesli (avec sucre, miel...)	65
Haricots blancs, noirs ou rouges	35	Litchi (fruit frais)	50	Navet (cuit)	85
Haricots verts	30	Macaronis (blé dur)	50	Nouilles	70
Jus de citron (sans sucre)	20	Mangue (fruit frais)	50	Nouilles/vermicelle chinois (riz)	65
Jus de tomate	35	Moutarde (avec sucre ajouté)	55	Pain au chocolat ou au lait	65
Lait de soja	30	Muesli (sans sucre)	50	Pain bis (au levain), au seigle, complet	65
Lait (écrémé ou non)	30	Noix de coco	45	Pain blanc	90
Lentilles	30	Pâte à tartiner	55	Pain de mie ou hamburger	85
Maïs ancestral (indien)	35	Pain 100% intégral au levain pur	40	Pain azyme	70
Clémentines	30	Pain au quinoa (environ 65 % de quinoa)	50	Pastèque	75
Mandarines	30	Pain azyme (farine intégrale)	40	Pizza	60
Moutarde	35	Pain de Kamut	45	Polenta, semoule de maïs	70
Navet (cru)	30	Pain grillé, farine intégrale sans sucre	45	Pomme de terre en flocons (instantanée)	90
Oignons	15	Papaye (fruit frais)	55	Pomme de terre en purée	80
Olives	15	Patates douces	50	Pommes de terre au four	95
Oranges (fruit frais)	35	Pâtes complètes (blé entier)	50	Pommes de terre cuites à l'eau/vapeur	70
Pain Essène (de céréales germées)	35	Pâtes intégrales, al dente	40	Pommes de terre frites	95
Pamplemousse (fruit frais)	25	Pêches (boîte, au sirop)	55	Pop corn (sans sucre)	85
Pêches (fruit frais)	35	Pepino, poire-melon	40	Porridge, bouillie de flocons d'avoine	60
Petits pois (frais), pois chiches, fafanel	35	Petits pois (boîte)	45	Potiron	75
Poireaux	15	Pruneaux	40	Poudre chocolatée (sucrée)	60
Poivrons	15	Raisin (fruit frais)	45	Raisins secs	65
Pomme (compote)	35	Riz basmati complet	45	Raviolis	70
Pomme, poire (fruit frais)	35	Riz basmati long	50	Risotto	70
Prunes (fruit frais)	35	Riz complet brun	50	Riz a cuisson rapide (précuit)	85
Radis	15	Riz rouge	55	Riz au lait (sucré)	75
Ratatouille	20	Sablé (farine intégrale, sans sucre)	40	Riz blanc standard	70
Riz sauvage	35	Sarrasin, blé noir (intégral; farine ou pain)	40	Riz de Camargue	60
Salade (laitue, scarole, frisée, mâche, etc.)	15	Sauce tomate, coulis de tomate (avec sucre)	45	Riz long, riz parfumé (jasmin...)	60
Salsifis	30	Seigle (intégral; farine ou pain)	45	Riz soufflé, galettes de riz	85
Sauce tomate, coulis de tomate (sans sucre)	35	Sorbet (sans sucre)	40	Sémoule, couscous	60
Tofu (soja)	15	Spaghettis al dente (cuits 5 minutes)	40	Sirop d'érable	65
Tomates	30	Spaghettis blancs bien cuits	55	Sirop de glucose, de blé, de riz	100
Tomates séchées	35	Surimi	50	Sodas	70
Vinaigre	5	Sushi	55	Sorbet (sucré)	65
Yaourt édulcoré	15	Tagliatelles (bien cuites)	55	Sucre blanc (saccharose), roux, complet, intégral	70
Yaourt, yoghourt, yogourt (nature)	35	Topinambour	50	Tacos	70

## Bibliographie

- {1} <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites>
- {2} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 1 définition et classification des états diabétiques, p4-5
- {3} HARTEMANN, Agnès, GRIMALDI, André, Guide pratique du diabète, 5<sup>ème</sup> édition, 2013, chapitre 15 diabète insulino-dépendant ou diabète de type 1, p117-118
- {4} HARTEMANN, Agnès, GRIMALDI, André, Guide pratique du diabète, 5<sup>ème</sup> édition, 2013, chapitre 15 diabète insulino-dépendant ou diabète de type 1, p120-121
- {5} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 2 physiopathologie des états diabétiques, p11-12-16-18
- {6} AUGIER, Thierry, 2015, Les maladies métaboliques, chapitre 1 La pathologie définition et diagnostic, p6-7-8
- {7} MONNIER, Louis, BLICKLE, J-F, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 15, p119
- {8} MONNIER, Louis, BLICKLE, J-F, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 17, Complications métaboliques aiguës (comas chez le diabétique), p303-305-307-309
- {9} AUGIER, Thierry, 2015, Les maladies métaboliques, chapitre 1 La pathologie complications aiguës du diabète, p14-15-16-17-18-19-20
- {10} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p74-78-80-81
- {11} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, complication du diabète, p215-229-251-265
- {12} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p 82
- {13} <http://apisoap-beta.vidal.fr/data/reco/vidal/com/vidal/data/reco/rc1708.html>
- {14} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 6 mesure hygiéno-diététiques et états diabétiques, p91-94
- {15} BIANCHI, Vincent, EL ANBASSI, Sarra, édition de boeck 2012, Médicaments, p99
- {16} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p37
- {17} VITAL DURAND, D, LE JEUNE, C, 37<sup>ème</sup> édition 2018, Dorosz, Diabète de type I et II et autres anomalies du métabolisme glucidique, p722

- {18} MONNIER, Louis, Colette, C, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 7  
Thérapeutique des désordres glycémiques, p116-117-118
- {19} HARTEMANN, Agnès, GRIMALDI, André, Guide pratique du diabète, 5<sup>ème</sup> édition,  
2013, chapitre 15 diabète insulino-dépendant ou diabète de type 1, p123-124
- {20} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 7 Thérapeutique des  
désordres glycémiques, Insulinothérapie fonctionnelle : la pédagogie au service de la  
thérapeutique p131-132-133-135
- {21} MONNIER, Louis, Colette, C, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 7  
Thérapeutique des désordres glycémiques, pompe à insuline, p138
- {22} <https://www.diabete.qc.ca/fr/vivre-avec-le-diabete/soins-et-traitements/medicaments-et-insuline/la-pompe-a-insuline>
- {23} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation  
thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p109
- {24} HARTEMANN, Agnès, GRIMALDI, André, Guide pratique du diabète, 5<sup>ème</sup> édition,  
2013, chapitre 12 Autosurveillance glycémique, p90
- {25} [https://www.vidal.fr/actualites/21469/freestyle\\_libre\\_premier\\_lecteur\\_de\\_glycemie\\_sans\\_piqure/](https://www.vidal.fr/actualites/21469/freestyle_libre_premier_lecteur_de_glycemie_sans_piqure/)
- {26} <https://www.ajd-diabete.fr/le-diabete/tout-savoir-sur-le-diabete/injection-dinsuline/>
- {27} HARTEMANN, Agnès, GRIMALDI, André, Guide pratique du diabète, 5<sup>ème</sup> édition,  
2013, chapitre 15 diabète insulino-dépendant ou diabète de type 1, p128-129
- {28} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation  
thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p121
- {29} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 20 diabète de l'enfant et de  
l'adolescent p335
- {30} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 6 diabète et activité  
physique p107
- {31} MONNIER, Louis, Diabétologie, 2<sup>ème</sup> édition, 2010, chapitre 20 diabète et grossesse  
p315
- {32} Pharmacade, Organisme de DPC habilité à dispenser des programmes de DPC, 2018, La  
prise en charge des patients diabétiques à l'officine, p134
- {33} MAGNALDI, Pierre-Yve, Le rôle du pharmacien dans le suivi et l'éducation  
thérapeutique du patient diabétique, thèse 2012, p130

## SERMENT DE GALIEN

*Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté,  
des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes  
condisciples :*

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ 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.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

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

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