

**VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n°120

***LE CHIEN AU SERVICE DE LA PEDIATRICE ; EXEMPLE DE  
L'ACCOMPAGNEMENT D'ENFANTS DIABETIQUES***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 18 Décembre 2018  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*PEYRARD Marie*





**VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n°120

***LE CHIEN AU SERVICE DE LA PEDIATRICE ; EXEMPLE DE  
L'ACCOMPAGNEMENT D'ENFANTS DIABETIQUES***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 18 Décembre 2018  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*PEYRARD Marie*





## Liste des Enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (1er mars 2018)

Nom	Prénom	Département	Grade
ABITBOL	Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
AYRAL	Florence	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BECKER	Claire	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BELLUCO	Sara	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENAMOU-SMITH	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENOIT	Etienne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BERNY	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BOULOCHER	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BOURDOISEAU	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
BOURGOIN	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BUFF	Samuel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BURONFOSSE	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
CACHON	Thibaut	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CADORÉ	Jean-Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
CAROZZO	Claude	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DE BOYER DES ROCHES	Alice	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DEMONT	Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ESCRIOU	Catherine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
FRIKHA	Mohamed-Ridha	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GALIA	Wessam	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
GONTHIER	Alain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GRANCHER	Denis	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
GREZEL	Delphine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
HUGONNARD	Marine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
JANKOWIAK	Bernard	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
JAUSSAUD	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
JEANNIN	Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Inspecteur en santé publique vétérinaire (ISPV)
JOSSON-SCHRAMME	Anne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Contractuel
JUNOT	Stéphane	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
KODJO	Angeli	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
KRAFFT	Emilie	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LAMBERT	Véronique	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LE GRAND	Dominique	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
LEBLOND	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LEDoux	Dorothee	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
LEFEBVRE	Sébastien	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Stagiaire
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LOUZIER	Vanessa	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
MARCHAL	Thierry	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MATEOS	Stevana	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
MOISSONNIER	Pierre	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MOUNIER	Luc	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
PEPIN	Michel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
PIN	Didier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PONCE	Frédérique	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PORTIER	Karine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
PROUILLAC	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
REMY	Denise	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
RENE MARTELLET	Magalie	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
RIVES	Germain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
ROGER	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
SABATIER	Philippe	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
SAWAYA	Serge	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
SCHRAMME	Michael	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
SERGENTET	Delphine	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
THIEBAULT	Jean-Jacques	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
THOMAS-CANCIAN	Aurélié	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
TORTEREAU	Antonin	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
VIGUIER	Eric	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
ZENNER	Lionel	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur



# REMERCIEMENTS

---

**A Monsieur le professeur François GUEYFFIER**

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de cette thèse  
Remerciements respectueux

**A Monsieur le professeur Jean-Luc Cadoré**

Qui a accepté d'encadrer ce travail  
Pour sa patience et sa compréhension  
Sincères remerciements

**A Monsieur le professeur Thierry Buronfosse**

Qui nous a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse  
Sincères remerciements







# Table des matières

<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>13</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>17</b>
<b>PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA ZOOTHERAPIE</b> .....	<b>19</b>
I – DEFINITION ET GENERALITES .....	19
II – DIFFERENTS DOMAINES D’APPLICATION DE LA ZOOTHERAPIE .....	20
A - <i>Thérapie assistée par un animal</i> .....	20
1) Définition et généralités.....	20
2) Domaines d’application.....	21
3) Bienfaits des thérapies assistées par un animal .....	23
B - <i>Chiens d’assistance</i> .....	23
1) Handicap physique .....	24
2) Déficience visuelle.....	24
3) Epilepsie .....	24
III – LE CHIEN : PARTICULARITES ET DOMAINES D’UTILISATION .....	25
A – <i>Chien : animal privilégié en zoothérapie</i> .....	25
1) Caractéristiques.....	25
2) Bénéfices de la présence du chien .....	25
Bienfaits physiologiques .....	25
Catalyseur social .....	26
Différents canaux d’interaction .....	26
3) Limites .....	27
Structurel et fonctionnel.....	27
Formation du personnel .....	27
Du point de vue du malade.....	27
Du côté de l’animal.....	28
B – <i>Utilisation du chien auprès des enfants en zoothérapie</i> .....	28
1) Autisme .....	28
2) Trisomie.....	29
3) Hyperactivité.....	29
4) En milieu hospitalier.....	29
5) Chien d’assistance .....	30
CONCLUSION.....	30
<b>DEUXIEME PARTIE : PARTICULARITE DU DIABETE DE TYPE 1 CHEZ L’ENFANT</b> .....	<b>31</b>
I – GENERALITES SUR LE DIABETE .....	31
A - <i>Définitions</i> .....	31
B - <i>Epidémiologie</i> .....	32
C – <i>Impact économique</i> .....	33
D – <i>Cas particulier du diabète de type 1 de l’enfant</i> .....	34
II – PHYSIOPATHOLOGIE DU DIABETE DE TYPE 1.....	34
A – <i>Prédisposition génétique</i> .....	34
B – <i>Facteurs environnementaux</i> .....	35
C – <i>Processus auto-immuns</i> .....	36
III – DIAGNOSTIC .....	37
A – <i>Commémoratifs et anamnèse</i> .....	37
B – <i>Examen clinique</i> .....	37
C – <i>Examens complémentaires</i> .....	38
D – <i>Diagnostic différentiel</i> .....	39
IV – TRAITEMENT.....	39
A – <i>Principes et objectifs</i> .....	39
B – <i>Mesures hygiéniques</i> .....	40
C – <i>Traitement insulinique</i> .....	40

1) Objectifs .....	40
2) Variétés d'insuline disponible en médecine humaine .....	41
Insuline humaine recombinante .....	41
Analogues rapides de l'insuline .....	41
Formes lentes d'insuline .....	41
Analogues lents de l'insuline .....	41
3) Doses .....	43
4) Effets secondaires .....	44
Hypoglycémie .....	44
Hyperglycémie .....	45
Prise de poids .....	46
5) Innovation et traitement insulinaire .....	46
<i>D – Traitements annexes</i> .....	46
<i>E – Suivi</i> .....	46
1) Autosurveillance .....	46
2) Hémoglobine glyquée .....	47
3) Autres éléments de surveillances .....	47
<b>V – COMPLICATIONS DU DIABETE DE TYPE 1</b> .....	48
<i>A – Complications vasculaires du diabète</i> .....	49
<i>B - Rétinopathies</i> .....	50
1) Epidémiologie .....	50
2) Physiopathologie .....	51
3) Examen clinique et oculaire .....	52
4) Diagnostic .....	52
5) Traitement .....	54
<i>C - Néphropathies</i> .....	55
1) Epidémiologie .....	55
2) Physiopathologie .....	55
3) Diagnostic .....	56
4) Traitement .....	57
<i>D – Neuropathie diabétique</i> .....	57
1) Facteurs favorisants .....	57
2) Formes cliniques .....	58
Neuropathies sensorimotrices .....	58
1. Polynévrite symétrique distale .....	58
2. Mononévrite .....	58
Polyneuropathies .....	58
Neuropathies autonomes .....	59
1. Neuropathie autonome cardio-vasculaire .....	59
2. Neuropathie autonome vasomotrice .....	59
3. Troubles de la sudation .....	59
4. Neuropathie gastro-intestinale .....	59
5. Neuropathie vésicale .....	60
6. Dysfonctionnement érectile .....	60
3) Diagnostic .....	60
4) Traitement .....	62
<i>E – Macroangiopathie</i> .....	62
1) Epidémiologie .....	62
2) Physiopathologie .....	63
3) Diagnostic .....	63
4) Traitement .....	63
<i>F – Comas</i> .....	64
1) Acido-cétosique .....	64
Définition et mécanisme .....	64
Conséquences de l'hyperglycémie .....	65
Conséquences de la carence en insuline .....	65
Signes cliniques et traitement .....	65
2) Hyperosmolaire .....	66
CONCLUSION .....	66
<b>TROISIEME PARTIE : LE CHIEN D'ASSISTANCE POUR LES ENFANTS ATTEINTS DE DIABETE DE TYPE 1</b> .....	67
<b>I – CHIEN D'ASSISTANCE : SELECTION ET EDUCATION</b> .....	67
<i>A – Historique</i> .....	67
1) Capacité du chien à détecter les hypoglycémies .....	67

2) ACADIA .....	68
<i>B – Rôle et qualité du chien d'assistance (BOTTET, 2005)</i> .....	69
1) Rôles du chien d'assistance .....	69
Aide au quotidien .....	69
Rôle affectif.....	69
Rôle stimulant.....	69
Catalyseur social .....	69
2) Qualités du chien d'assistance .....	69
<i>C – Sélection des chiens</i> .....	70
1) Elevage ou refuge ? .....	70
2) Tests comportementaux .....	71
Tests de nichée de TOMAN (ANDRIEU, 2004).....	71
Tests de CAMPBELL (ANDRIEU, 2004).....	72
<i>D – Education d'un chien d'assistance</i> .....	74
1) Principes généraux d'éducation canine (BOTTET, 2005) .....	74
Communication .....	74
Méthode d'apprentissage.....	74
1. Renforcement positif.....	74
2. Renforcement négatif.....	75
2) Education spécifique .....	75
II – CHIEN D'ALERTE : PREVENTION DES CRISES D'HYPOGLYCEMIE.....	77
<i>A - Détection précoce de l'hypoglycémie</i> .....	77
1) Données scientifiques .....	77
Etude de GONDER-FREDERICK, 2013 .....	77
Etude de ROONEY, 2013 .....	77
Etude de HARDIN, 2015 .....	79
Etude de PETRY, 2015.....	80
Etude de LOS, 2017.....	82
2) Amélioration des paramètres de suivi du diabète .....	84
<i>B - Amélioration de l'observance et de l'autosurveillance</i> .....	84
III – CHIEN D'ASSISTANCE : AMELIORATION DE LA QUALITE DE VIE.....	85
<i>A - Relation homme-animal</i> .....	85
<i>B – Indépendance</i> .....	86
<i>C – Acceptation de la thérapie</i> .....	86
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>91</b>



# Table des figures

---

FIGURE 1 - EVOLUTION DU NOMBRE DE STRUCTURES MEDICO-SOCIALES AYANT RECOURS AUX ACTIVITES ASSISTEES PAR L'ANIMAL DANS LA PRISE EN CHARGE DES ENFANTS ATTEINTS DE TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE DE 1960 A 2013 (PEYROUTET-PHILIPPE, 2016) .....	21
FIGURE 2 - PROFIL DE LA FRANCE (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, 2016) .....	33
FIGURE 3 - EXEMPLES DE SCHEMAS DE TRAITEMENT A L'INSULINE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	42
FIGURE 4 - LES DIFFERENTS SIGNES D'HYPOGLYCEMIE (CHEVALIER, 2018) .....	45
FIGURE 5 - PHYSIOPATHOLOGIE DES COMPLICATIONS VASCULAIRES DU DIABETE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	49
FIGURE 6 - MODIFICATIONS DES VOIES METABOLIQUES CAUSEES PAR L'HYPERGLYCEMIE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	50
FIGURE 7 - CONSEQUENCES DES ANOMALIES VASCULAIRES DANS LA PHYSIOPATHOLOGIE DE LA RETINOPATHIE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	51
FIGURE 8 - MICROANEVRISMES (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	52
FIGURE 9 - HEMORRAGIES RETINIENNES (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	53
FIGURE 10 - NODULES COTONNEUX (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	53
FIGURE 11 - IRREGULARITE DU CALIBRE DES VEINES (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	53
FIGURE 12 - ANOMALIES MICROVASCULAIRES INTRARETINIENNES (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	54
FIGURE 13 - NEOVASCULARISATION (GUIDELINES FOR DIABETIC RETINOPATHY) .....	54
FIGURE 14 - EVOLUTION DE L'ALBUMINURIE ET DE LA FILTRATION GLOMERULAIRE DANS LE DIABETE DE TYPE 1 (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	56
FIGURE 15 - QUESTIONNAIRE DN4 (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES) .....	61
FIGURE 16 - TECHNIQUE DU MONOFILAMENT (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES) .....	61
FIGURE 17 - RETROCONTROLE DE L'INSULINE SUR LA CETOGENESE (MEDECINE SORBONNE UNIVERSITE) .....	64
FIGURE 18 - - SALLE DE TEST DES CHIENS D'ALERTE (HARDIN, 2015) .....	76
FIGURE 19 - REPNSES A PROPOS DE LA DETECTION DES HYPOGLYCEMIES PAR LES CHIENS D'ALERTE (PETRY 2015) .....	81
FIGURE 20 - SUIVI DE GLYCEMIE AU COURS DE LA JOURNEE ET DETECTION DES HYPOGLYCEMIES PAR LE CHIEN (LOS, 2017) .....	83
FIGURE 21 - LIEN ENTRE SANTE ET POSSESSION D'UN ANIMAL (MCNICHOLAS, 2005) .....	86



# Table des tableaux

---

TABLEAU I - CARACTERISTIQUES RESPECTIVES DES DIABETES DE TYPE 1 ET 2 (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	32
TABLEAU II - RISQUES DE DIABETE DE TYPE 1 EN FRANCE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES).....	35
TABLEAU III - PREVALENCE D'AUTO-ANTICORPS AU COURS DU DIABETE DE TYPE 1 EN FONCTION DE L'AGE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES) .....	37
TABLEAU IV - OBJECTIFS THERAPEUTIQUES GENERAUX DANS LE DIABETE DE TYPE 1 (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	40
TABLEAU V - DIFFERENTES INSULINES COMMERCIALES (MEDECINE SORBONNE UNIVERSITE).....	43
TABLEAU VI - FREQUENCES DES HYPOGLYCEMIES EN FONCTION DU TYPE DE DIABETE (CARIOU, 2015).....	44
TABLEAU VII - L'HEMOGLOBINE GLYQUEE COMME VALEUR DE SUIVI DU DIABETE (SHERWANI 2016).....	47
TABLEAU VIII - TAUX D'INCIDENCE DES COMPLICATIONS LIEES AU DIABETE, FRANCE ENTIERE (FOSSE-EDORH, 2013).....	48
TABLEAU IX - TAUX D'INCIDENCE DES COMPLICATIONS LIEES AU DIABETE, SELON LE SEXE, FRANCE ENTIERE (FOSSE-EDORH, 2013) .....	48
TABLEAU X - FACTEURS DE RISQUE DE RETINOPATHIE (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES, 2016) .....	51
TABLEAU XI - CLASSIFICATION DES NEPHROPATHIES DIABETIQUES (COLLEGE DES ENSEIGNANTS D'ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES) .....	57
TABLEAU XII - CARACTERES RECHERCHES ET INDESIRABLES CHEZ UN CHIEN D'ASSISTANCE (ANDRIEU 2004) .....	70
TABLEAU XIII - EXTRAIT DU QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION SUR LE CHIEN D'ALERTE (N=18).....	78
TABLEAU XIV - SENSIBILITE ET SPECIFICITE DES CHIENS ETUDIES (HARDIN, 2015) .....	79
TABLEAU XV - EXTRAIT DU QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION SUR LES CHIENS D'ALERTE (N=8) (LOS, 2017) .....	82



# Introduction

---

Le chien, « le meilleur ami de l'homme », a su, au cours des siècles de domestication, passer d'animal sauvage redouté à fidèle compagnon et conquérir le cœur de nos foyers. D'abord chasseur, gardien des biens et du bétail, il est aujourd'hui devenu plus qu'un simple animal domestique mais un membre à part entière de nombreuses familles. De part sa douceur et gentillesse, le chien fait un très bon camarade de jeu à travers toutes types de sports canins en pleine expansion, un rempart contre la solitude et un confident compréhensif. Il ne garde pas moins une place de choix comme animal de travail dans de nombreux domaines, du pistage au chien policier en passant par le sauvetage en mer ou en montagne. Ses capacités d'apprentissage et sa grande capacité d'adaptation lui a permis de s'imposer dans un autre secteur : celui de la médiation animale. Que ce soit en temps que simple compagnon, médiateur ou de chien d'assistance, il a pris une place de choix dans les thérapies assistées avec l'animal notamment auprès des enfants. Considéré comme un catalyseur social, il se montre particulièrement utile auprès des personnes fragiles.

Après les chiens guides d'aveugle et les chiens d'assistance aux personnes handicapés, l'association ACADIA se lance dans l'éducation de chiens d'assistance pour les enfants touchés par le diabète de type 1, sur le même modèle que nos amis américains ou autrichiens. Ces chiens, de type retriever ou sélectionnés en refuge, sont tout d'abord choisis pour leur douceur et leur capacité d'apprentissage. Ils sont ensuite éduqués à reconnaître dans l'odeur de la sueur les variations lors des hypoglycémies et des hyperglycémies afin d'alerter les enfants de façon précoce et ainsi de limiter les crises qui peuvent être dangereuses voire mortelles. Ces chiens d'assistance viennent en complément du suivi de glycémie essentiel pour ces patients, tout en améliorant la qualité de vie et l'enfant et de sa famille.

Dans une première partie, nous reviendrons sur la zoothérapie elle-même et toutes les modalités d'application à l'enfant qu'elle présente.

Dans un second temps, notre étude se consacrera au diabète de type 1, aux symptômes et aux traitements actuellement utilisés afin de mieux comprendre l'univers d'un enfant diabétique, les contraintes liées à la maladie, les complications et les risques encourus en cas de crises.

Enfin, notre dernière partie sera consacrée au chien d'assistance aux enfants diabétiques, à leur formation et à ce qu'ils peuvent apporter à ces enfants.



# Première partie : Présentation de la zoothérapie

---

## I - Définition et généralités

« La zoothérapie est une technique thérapeutique, individuelle ou de groupe, caractérisée par l'assistance d'un animal soigneusement sélectionné et entraîné, avec lequel un intervenant, dûment formé à cette fin, travaille pour maintenir ou améliorer la performance d'un client sur un ou plusieurs plans (cognitif, physique, psychologique, social ou affectif). Cette technique devrait idéalement être utilisée à l'intérieur d'une approche plus vaste qui l'encadre et lui donne du sens. » (ARENSTEIN, 2013).

Les origines de la zoothérapie prennent racine en Angleterre au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle. En 1860, Florence Nightingale, pionnière du métier d'infirmière, fait le constat que les patients possédant un animal de compagnie guérissaient significativement plus rapidement que les autres (LIMA MOREIRA 2016). Elle considérait « (qu') un animal est souvent un excellent compagnon pour nos malades » (ARENSTEIN 2013).

Plus tard, les travaux du psychiatre américain Boris Levinson lui vaudront d'être aujourd'hui considéré comme le père de la zoothérapie. Il a mené en 1953 des recherches sur son propre chien et a contribué à faire sortir de l'ombre les scientifiques menant des expériences sur la relation homme animaux (SABOURIN 1989). Il est le premier à utiliser un chien au cours de ses thérapies. Il considère l'animal comme un catalyseur social particulièrement utile pour les personnes fragiles telles que les enfants, les personnes âgées, les personnes souffrant d'une maladie grave... Il développe la théorie appelée « Pet-oriented child psychotherapy » où l'animal de compagnie devient un médiateur de psychothérapie car la communication de l'enfant passe par le jeu que le thérapeute oriente autour de l'animal.

La simple possession d'un animal s'oppose à la zoothérapie car elle n'a aucune visée thérapeutique. La thérapie assistée par l'animal est ensemble structuré d'interventions réalisées par un thérapeute humain dûment formé, lequel est assisté par un animal, le tout au service du mieux-être d'un client humain. L'animal devient auxiliaire du thérapeute et non thérapeute à part entière. Cependant, l'animal est un catalyseur du soin : il provoque une réaction par sa seule présence au cours de la séance de thérapie. De part sa nature rassurante et réconfortante, il instaure un climat apaisant et permet de créer un pont entre le patient et le thérapeute ou le patient et son environnement.

Les animaux d'assistance, quant à eux, sont un soutien quotidien aussi bien technique que moral aux personnes malades ou en situation de handicap. Ils permettent à ces personnes de gagner en autonomie, d'être plus serein face à la maladie et de s'intégrer plus facilement dans la société.

La zoothérapie peut s'appliquer à divers degrés divers :

- Simple co-présence : les maisons de retraite sont de plus en plus nombreuses à se doter d'animaux résidents afin de tenir compagnie à leurs pensionnaires

afin de rompre avec leur solitude et favoriser les échanges entre les personnes. Ces animaux « mascottes » sont utilisés pour stimuler la communication des pensionnaires ainsi que leur interactivité.

- Contacts physiques prolongés : des exercices de psychomotricité peuvent être mis en place à l'aide d'animaux de plus grande taille, comme les chevaux, pour les personnes présentant des déficiences mentales ou des traumatismes physiques importants.
- Mise en relation uniquement verbale : un travail cognitif orienté autour de l'animal présent dans la pièce aide les patients présentant une déficience mentale à se concentrer. L'animal a un impact motivationnel non négligeable.
- Activité récréative : c'est le rôle des chiens visiteurs dans les hôpitaux ou les maisons de retraite. Le but est de rompre avec le quotidien et de faire oublier un instant la souffrance que peut causer la maladie et la vieillesse et apporter un peu de bonheur. Par le jeu et la caresse, la présence de l'animal encourage la personne à se déplacer malgré son handicap et ses douleurs.
- Partie d'un dispositif de soin : les chiens d'assistance pour les personnes atteintes d'épilepsie ou pour les enfants touchés par le diabète de type 1 peuvent faire partie intégrante du protocole de soin encadré par des professionnels de santé.

De part son côté relaxant et ludique, la zoothérapie apporte de la joie au patient mais aussi par ricochet à sa famille et à tout le personnel soignant. Ses utilisations se multiplient, notamment auprès des enfants pour qui le handicap et la maladie sont encore plus difficiles à accepter et supporter que les adultes. La présence d'un animal diminue le stress de l'enfant et augmente sa collaboration dans son schéma de soin global et apportant une note positive dans son traitement souvent lourd de contraintes.

## II – Différents domaines d'application de la zoothérapie

### A - Thérapie assistée par un animal

#### 1) Définition et généralités

La thérapie assistée par un animal est une « approche structurée d'intervention en réadaptation psychologique/physique qui intègre un animal dans le processus afin de favoriser l'atteinte des objectifs thérapeutiques » (ARENSTEIN, 2013). L'animal devient un intermédiaire entre l'intervenant et le client.

Elle prend naissance en 1792 dans une maison de retraite à York pour déficients intellectuels : les patients ont des animaux dont ils doivent s'occuper et des tâches à remplir autour de l'animal. En 1867, à l'Hôpital Bethel en Allemagne, les patients épileptiques se voient confier des animaux domestiques ainsi que la gestion d'une petite ferme et d'un parc, et un programme d'équitation adapté s'avère efficace pour cette clientèle. Cependant, la notion d'assistant-thérapeute ne voit le jour qu'en 1942 aux USA au *Pawling Army Air Force Convalescent Hospital* dans l'état de New York : des chiens

sont utilisés pour remonter le moral aux blessés de guerre et accélérer leur guérison (ARENSTEIN, 2013).

De nos jours, ces pratiques se développent de plus en plus. De nombreuses formations sur le sujet fleurissent un peu partout, y compris dans de grandes universités et le nombre de demandes de thérapie assistée par un animal augmente considérablement. Pour exemple, la SPA de Chicago forme et visite des chiens assistant-thérapeutes et organise des visites dans les hôpitaux de la ville et la liste d'attente est de plus en plus longue (ARENSTEIN, 2013).

En France, les thérapies assistées par un animal subissent un véritable essor depuis les années 2000. Le nombre de structures médicales mettant en place des activités associant l'animal augmente d'années en années. De plus, celles utilisant déjà ces méthodes souhaitent développer cette activité et l'étendre à des patients touchés par d'autres maladies (PEYROUTET-PHILIPPE, 2016). Pour exemple, 45,6% des structures interrogées désirent poursuivre l'activité déjà existante, 44,8% envisagent de l'étendre à d'autres patients et près de 10% songent à l'enrichir (augmenter le nombre de séance et agrémenter le contenu). Cette étude se concentre sur les établissements spécialisés dans l'autisme mais ce travail reflète la tendance générale en France en ce qui concerne les thérapies assistées par l'animal.

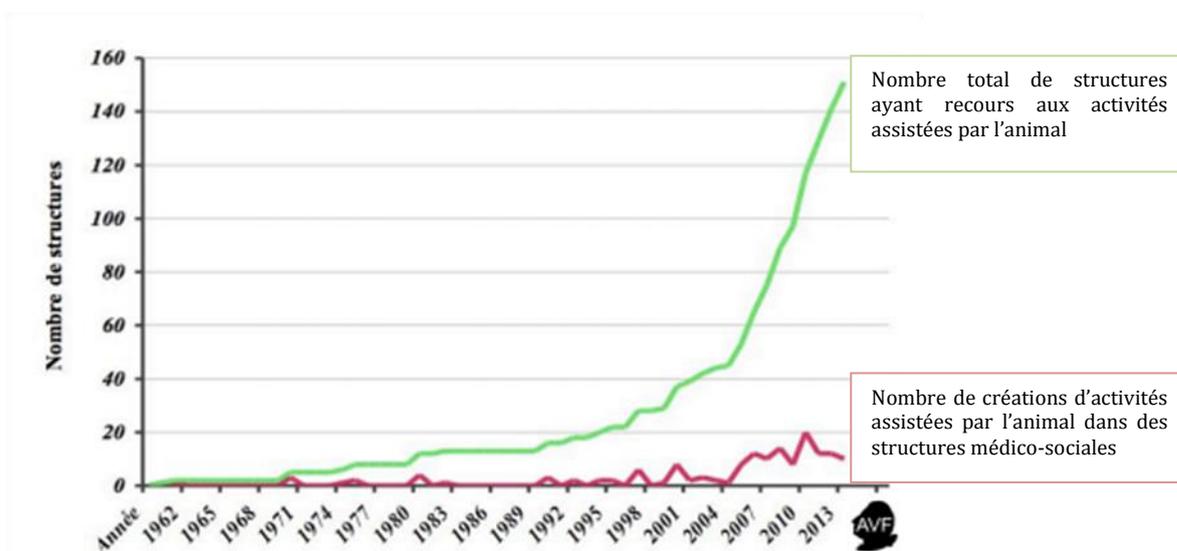


Figure 1 - Evolution du nombre de structures médico-sociales ayant recours aux activités assistées par l'animal dans la prise en charge des enfants atteints de troubles du spectre autistique de 1960 à 2013 (PEYROUTET-PHILIPPE, 2016)

## 2) Domaines d'application

Les objectifs des thérapies assistées par un animal sont de promouvoir l'amélioration du fonctionnement physique, social, émotionnel et cognitif de la personne, lui assurant ainsi une meilleure qualité de vie. L'animal devient une source de stimulation, de motivation, un agent de renforcement positif lors d'accomplissement de certaines tâches de réadaptation.

Les thérapies assistées par un animal peuvent s'appliquées dans cinq domaines (ARENSTEIN, 2013) :

- Psychosocial : la présence d'un animal dans la salle avec le thérapeute aide à réduire l'anxiété du patient en créant un climat apaisant. L'animal permet au client d'exprimer librement ses émotions sans être jugé par un

regard extérieur. Il permet de renforcer la confiance en soi, d'apprendre le contrôle de soi et aide dans le traitement des phobies. Par exemple, la présence d'un animal dans un hôpital lors qu'un traitement douloureux pour l'enfant permet de réduire son stress lors de l'acte et l'appréhension de la séance suivante. Préparer l'enfant aux soins qu'il va subir va l'aider à mieux accepter le traitement. Des jeux avec l'animal où il faut le préparer à sa visite chez le vétérinaire permet à l'enfant de faire preuve d'empathie, de se sentir utile tout en minimisant sa propre anxiété d'aller à l'hôpital (ELMACI 2015).

- Production et compréhension du langage : les thérapies assistées par un animal permettent d'encourager la prise de parole pour pratiquer la prononciation, apprendre à poser des questions, à former des phrases complexes. Le thérapeute peut aussi travailler les habilités descriptives, le vocabulaire, la lecture, les concepts, les phrases complètes et structurées, la mémoire auditive, les articulations en s'aidant de l'animal pour concentrer, motiver et rassurer le patient. En prenant l'animal présent comme exemple, le patient va pouvoir apprendre à le décrire précisément et enrichir son vocabulaire, ou alors se confier à lui et ainsi stimuler sa locution. En demandant à un groupe d'enfants d'organiser l'anniversaire de l'animal, le thérapeute va stimuler la communication au sein du groupe et leur esprit d'équipe (ELMACI 2015).
- Cognitif : centrer les séances sur l'animal présent dans la salle permet au thérapeute de travailler sur l'organisation, la mémoire, de stimuler activité corticale, la capacité à résoudre des problèmes, les habilités attentionnelles, l'hygiène. Par extrapolation, en prenant soin de l'animal, les patients apprennent à prendre soin d'eux. Ils apprennent le nom de l'animal, ce qu'il préfère, l'organisation de sa journée et ensuite être capable d'exprimer ses préférences, de structurer sa journée, puis d'en faire de même pour eux.
- Physiologique : dans ce domaine, ce sont plus souvent des animaux de plus grande taille comme les poneys ou les grands chiens qui sont utilisés. En se tenant à l'animal lors d'exercices spécifiques mis en place par les thérapeutes, les patients vont être amenés à utiliser des extrémités blessées, à mobiliser le tronc, à améliorer leur motricité fine et globale, leur endurance, leur souplesse, leur posture, leur coordination, leur équilibre, leurs habilités visuelles et perceptives, leur coordination visuo-motrice, leur stimulation tactile... En demandant à l'enfant de donner à manger au chien avec le membre douloureux, le thérapeute cherche à stimuler la motricité et par le contact du chien (chaleur, léchage), la sensibilité cutanée de l'enfant (ELMACI 2015).
- Motivationnel : lors de thérapie longue et douloureuse, l'un des principaux problèmes est l'implication des patients. La fatigue, la peur, le stress sont des facteurs qui limitent leur volonté de participer et de profiter pleinement de leurs séances. La présence d'un animal renforce la

motivation à participer activement à son processus thérapeutique, ainsi que les interactions avec les autres. La présence de l'animal devient un renforcement positif. Si l'enfant a du mal à se déplacer, l'encourager à imiter le chien augmente sa motivation et donc la réussite de l'exercice.

### **3) Bienfaits des thérapies assistées par un animal**

Plusieurs études se sont penchées sur les bienfaits des thérapies assistées par un animal (ARENSTEIN, 2013) :

- REDEFER et GOODMAN 1989 : ils se sont intéressés aux bénéfices que tirent les enfants autistes de la présence d'un chien. Ils ont démontré une augmentation des interactions sociales et une diminution de l'isolement chez ces enfants autistes pendant et après une intervention incluant un chien.
- STRUCK et BRADY 1998 et BRASIC 1998 : ils ont étudié l'évolution de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle lors de la visite d'une infirmière. Leur travail a mis en évidence une diminution de l'inconfort dû aux procédures douloureuses ainsi qu'une diminution de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle lorsque l'infirmière était accompagnée d'un chien par rapport à l'infirmière seule.

Ces thérapies se développent de plus en plus, encouragées par de nombreux psychiatres, notamment pour les enfants en raison du caractère stressant et contraignant que représentent des soins lourds, ainsi que dans les processus d'éveil et de prise en charge des déficiences mentales. L'animal permet de créer un lien de confiance entre le thérapeute et le patient et un climat calme et apaisant propice au soin. Il renforce l'observance des traitements de par son caractère anxiolytique. L'animal est un catalyseur : il ne juge pas, il devient alors confident, il accepte sans condition l'enfant tel qu'il est sans porter de jugement de valeur. De plus, et cela est d'autant plus marqué chez le chien, l'animal est capable de démonstration affective et recherche le contact de l'enfant. Il a alors une fonction projective et de transfert pour le patient.

### **B - Chiens d'assistance**

Les chiens d'assistance ne sont plus seulement des assistants thérapeutes mais ils apportent une aide technique au patient dans son quotidien. La présence d'un animal chez une personne handicapée est aussi un soutien moral et affectif, ainsi qu'un moyen de lutter contre la solitude. Le chien joue un rôle de médiateur non menaçant qui facilite l'intégration sociale pour la personne handicapée, fragilisée, souvent exclue de la société. Ses différents rôles seront développés de façon plus détaillée dans la dernière partie.

## 1) Handicap physique

Les chiens d'assistance pour les personnes atteintes d'un handicap physique ont pour rôle de ramasser des objets et de les transporter pour leur maître, d'ouvrir ou de fermer des portes, d'accompagner la personne dans ses déplacements pour lui faciliter les gestes qui pourraient être difficiles à réaliser depuis le fauteuil roulant, d'aboyer sur ordre en cas de problème... Toutes ces commandes ont pour but d'augmenter le niveau d'autonomie de la personne qui dépend moins de son entourage pour ses tâches quotidiennes. Ces chiens sont aussi habilités à accompagner les enfants à l'école, à l'université, à prendre tous types de transports en commun... Outre l'aide technique qu'ils apportent, ces chiens d'assistance permettent une meilleure intégration du patient dans la société, améliore l'autonomie et ainsi l'estime de soi car la personne se sent capable d'assurer son quotidien seule. L'intégration sociale est dépendante de la confiance en soi et, en apportant de l'indépendance et de l'assurance, le chien d'assistance y participe grandement et procure à la personne en situation d'handicap le sentiment de ne plus être isolée. De plus, la présence rassurante du chien permet de mieux aborder le handicap, de l'accepter plus facilement et ainsi améliore la qualité de vie du patient.

## 2) Déficience visuelle

Les chiens guides facilitent la vie quotidienne des personnes présentant une déficience visuelle, notamment dans les déplacements. Ils permettent une meilleure fluidité des trajets qui deviennent moins fatiguant et stressant pour la personne, ils sécurisent les déplacements en signalant et contournant les obstacles, en cherchant les passages piétons. Ils savent reconnaître des infrastructures simples (arrêt de bus,...), simplifiant ainsi les actes anodins du quotidien que sont prendre le bus, aller à la poste... En plus d'être les yeux de la personne, ils facilitent l'interaction des personnes rencontrées avec le patient et ils sont une présence rassurante aux côtés des personnes malvoyantes dans leur vie de tous les jours et dans leurs déplacements.

## 3) Epilepsie

Certains chiens d'assistance sont dressés dans le but d'apporter, en plus d'un appui technique, un soutien médical.

C'est le cas des chiens d'alerte pour les patients atteints d'épilepsie. Ils sont dressés au contact du patient afin d'apprendre à reconnaître et anticiper les crises par la méthode de renforcement positif. En 2002, une étude menée par STRONG a montré que la présence d'un chien d'alerte auprès de ces patients réduisait d'au moins 34% la fréquence des crises tonico-cloniques. Un chien d'alerte bien éduqué participe à la détection des crises chez les personnes qui ne ressentent pas de signes avant-coureurs. Il apporte aussi un sentiment de sécurité et une diminution de la peur de la crise qui permettent au patient de faire plus d'activités et donc améliore sa qualité de vie.

### III – Le chien : particularités et domaines d'utilisation

#### A – Chien : animal privilégié en zoothérapie

##### 1) Caractéristiques

Plus de la moitié de la population française possède un animal familier, et le chien occupe la deuxième place du podium derrière le chat. Il devient membre de la famille à part entière, il lutte contre la solitude, diminue le stress et l'angoisse de par son caractère réconfortant et par sa fidélité à toute épreuve.

Le chien est un animal doux, gentil et docile, ce qui fait de lui le mammifère le plus largement utilisé en zoothérapie. Sa grande capacité d'adaptation permet une multitude d'utilisations et dans des secteurs très variés. Sa taille relativement moyenne est idéale pour travailler avec des enfants. Étant peu imposant, il impressionne moins que les chevaux ou les ânes. Mais il peut cependant aider les plus petits dans leur éveil psychomoteur.

Son pelage doux rappelle à l'enfant une peluche et fait de lui un objet transitionnel anxiolytique. L'enfant détendu sera plus à même de s'impliquer dans sa thérapie et il gardera un souvenir positif du thérapeute et du centre de soin, ce qui rendra les séances suivantes moins stressantes.

Le chien devient un animal miroir pour l'enfant : il s'identifie dans l'animal et ainsi il se sent plus confiant et plus fort.

L'animal est une éponge pour les émotions de l'enfant. Il ressent sa détresse et devient son confident toujours à l'écoute, son ami silencieux, sans jamais porter de jugement. Il détient sur l'enfant un pouvoir anxiolytique.

##### 2) Bénéfices de la présence du chien

###### *Bienfaits physiologiques*

La présence d'un chien dans des situations stressantes, comme un traitement à l'hôpital ou une séance de psychothérapie, diminue significativement le stress, la fréquence cardiaque et la pression artérielle du patient (FRIEDMANN 1983). La simple présence du chien suffit pour obtenir une réponse cardio-vasculaire positive. Elle induit la libération d'endorphine et d'adrénaline chez les enfants, réduisant les effets néfastes de la dépression qui peut être liée au handicap, à l'hospitalisation, à l'isolement... Cet apaisement s'étend aux représentants légaux, notamment aux mères des enfants, ce qui favorise un climat plus calme et rassurant autour de l'enfant (MOREIRA 2016).

La zoothérapie induit une réponse neurologique positive sur l'enfant. L'étude de l'encéphalogramme deux heures après la chirurgie et vingt minutes après durant une séance de zoothérapie montre une activité bêta diffuse dès l'entrée du chien dans la pièce pour les vingt enfants étudiés, ce qui est nécessaire pour toute activité éveillée et qui montre que l'enfant fait preuve d'attention, contrairement au groupe témoin sans séance avec l'animal où l'activité alpha est maintenue. La zoothérapie post-chirurgicale en pédiatrie permet donc un meilleur réveil et un retour plus rapide à une activité cérébrale normale. De plus, une réponse cardiovasculaire positive associée à cette

réponse neurologique montre une prédominance orthosympathique, avec une fréquence cardiaque plus basse et une meilleure oxygénation cérébrale pour les enfants participant à des séances de zoothérapie après l'acte chirurgical. Enfin, ces enfants ont une sensation douloureuse diminuée comparée aux autres, mesurée via un score de douleur. Leur réveil précoce en est l'origine, alors que le groupe contrôle est plus apathique et présente un score de douleur plus élevé. Les émotions positives ressortant des séances de zoothérapie permettent aux enfants d'avoir de meilleurs paramètres hémodynamiques et d'oxygénation après des chirurgies lourdes au vu de leur jeune âge (CALCATERRA 2015).

### *Catalyseur social*

Le chien est capable d'apporter à l'enfant de la joie et du rire. Se crée entre les deux êtres un lien affectif proche de l'amitié. Ainsi l'enfant appréhende moins la séparation avec ses parents, il apprend à canaliser ses émotions en prenant exemple sur le chien et construit peu à peu son empathie.

La présence d'un chien augmente l'interactivité de l'enfant en milieu hospitalier. Le but de la zoothérapie dans ce domaine est surtout d'apporter de la joie et de la distraction aux enfants dont les contraintes médicales sont nombreuses, ce qui est à l'origine de beaucoup de stress et d'anxiété. Ce climat ombrageux se répercute sur les proches des patients ainsi que sur le personnel soignant qui voit d'un très bon œil l'utilisation de la zoothérapie pour aider ces enfants. La présence du chien les aide à s'adapter à l'environnement qu'est l'hôpital et à réduire l'anxiété et le traumatisme liés à l'hospitalisation et aux soins. L'animal stimule la communication des patients entre eux et avec les thérapeutes et les aides soignants. Cela réduit l'isolement des enfants et ils deviennent acteur de leur thérapie au lieu de la subir (MOREIRA 2016).

Son pouvoir apaisant s'étend jusqu'au personnel médical qui, au fur et à mesure des séances de thérapie assistée par un animal, devient plus souriant et à l'écoute des patients qui engagent plus volontairement la communication avec eux, souvent autour de l'animal.

### *Différents canaux d'interaction*

La communication visuelle est le canal d'interaction plus utilisé. « La plupart des enfants sont fascinés ou troublés par ce qu'ils croient lire dans le regard de l'animal » (LE FOURN 2007). Les enfants recherchent des interactions à faible distance, les yeux dans les yeux. Les chiens quant à eux, sont toujours à l'affût du regard humain. Les enfants peuvent alors interagir le chien de façon prolongée sans interruption dans un climat sécurisant. Les interactions enfant - chien se font à travers des mimiques gestuelles, posturales et motrices. L'enfant cherche à croiser le regard de l'animal afin de créer une complicité chien - enfant et d'établir un dialogue de confiance. L'animal permet une médiation silencieuse tout en restant tout le temps à l'écoute et en encourageant les interactions visuelles prolongées qui aident l'enfant à améliorer sa concentration visuelle.

Les messages olfactifs sont surtout utilisés par l'animal. Il est capable de détecter des ondes positives et négatives en provenance de l'enfant et de les interpréter, car il existe un lien entre odeurs et émotions. L'animal possède une empathie qui lui permet d'analyser les troubles de l'humain. Une des études du docteur Eckerlin en 1988 montre

qu'un chien éduqué est capable discerner l'odeur corporelle d'un enfant autiste et d'un enfant normal.

Les interactions sonores sont surtout à sens unique enfant – chien. L'animal a une grande capacité d'écoute et devient alors le confident silencieux de l'enfant, compréhensif et attentionné.

Les contacts tactiles sont anxiolytiques de par la douceur du pelage de l'animal. Le chien recherche le contact de l'enfant et peut apporter un soutien affectif au patient.

### 3) Limites

#### *Structurel et fonctionnel*

Les établissements de soin ne sont pas tous adaptés pour recevoir des animaux à demeure. Il est nécessaire d'avoir un environnement adapté à la présence d'un animal ainsi que du personnel formé pour subvenir à ses besoins quotidiennement. De plus, cela représente un coût financier non négligeable dont il faut évidemment tenir compte.

En ce qui concerne les thérapies assistées par un animal, il est indispensable d'avoir un animal éduqué et formé à ce genre d'exercice, et que le thérapeute soit lui aussi compétent en la matière. Cela implique pour lui d'aménager sa structure afin d'héberger des animaux souvent de différentes espèces, ainsi que de veiller à leur bien-être et s'en occuper au quotidien. La formation de tels animaux coûte cher et nécessite beaucoup de temps et de patience avant de pouvoir faire participer l'animal à des séances de thérapie. L'intervention d'un professionnel dans l'éducation d'animaux destinés à devenir des assistants-thérapeutes est fondamentale. De même, cela représente un coût financier que tous les thérapeutes ne peuvent pas assumer.

#### *Formation du personnel*

Afin de tirer profit des séances de zoothérapies, le personnel soignant doit être formé à évoluer autour de l'animal sans crainte ni appréhension. Il est nécessaire que chacun comprenne les vrais objectifs et les applications thérapeutiques de chaque séance pour avancer dans la même direction que le thérapeute. Cependant, trop souvent cette formation du personnel n'est pas réalisée correctement, alors même qu'il est très favorable à l'utilisation du chien pour aider l'enfant à se détendre et prendre de l'assurance.

#### *Du point de vue du malade*

La zoothérapie ne peut pas être imposée à un patient. Il faut son accord éclairé pour participer aux sessions. Il ne faut donc pas qu'il soit effrayé par l'animal mais que celui-ci le mette à l'aise. Certains patients préféreront donc travailler avec des chiens car les chevaux sont trop impressionnants ou alors à l'inverse ils trouveront le contact des équidés apaisants et les chiens plus inquiétants au vue de leurs expériences passées.

En outre, il est nécessaire que la santé du patient autorise la visite de l'animal. Le malade ne doit pas être trop faible et que la séance l'épuise trop. Il faut aussi faire attention que la personne ne soit pas contagieuse pour l'animal.

### *Du côté de l'animal*

Le vétérinaire est le garant de la bonne santé de l'animal. Il doit être bien portant pour pouvoir travailler aux côtés du personnel soignant dans un souci du bien-être animal.

L'animal a subi une évaluation comportementale afin d'être capable de bien se comporter en toute circonstance, de ne pas être effrayé par un geste brusque et de supporter une situation stressante. Il doit être parfaitement éduqué et sociabilisé pour évoluer sereinement dans tous types d'environnement, avoir le goût du jeu et de l'interaction avec l'enfant sans jamais montrer des signes d'agressivité et savoir réagir de façon adaptée lors d'une situation inconnue. Cette évaluation est en général réalisée par un vétérinaire spécialisé en comportement animal qui délivre une attestation lorsque le test est concluant.

De plus, il ne doit pas représenter un danger biologique pour les patients. Il doit donc être indemne de maladies transmissibles à l'homme car les personnes avec qui il peut être en contact peuvent être immunodéprimées et donc sensibles à un grand nombre de germes. L'hygiène générale et la médecine préventive sont donc essentielles pour un animal utilisé en zoothérapie.

## **B – Utilisation du chien auprès des enfants en zoothérapie**

### **1) Autisme**

L'autisme est un retard mental hétérogène où l'enfant rencontre des problèmes d'indifférenciation avec l'objet maternant. L'enfant présente des angoisses, des terreurs primitives de non-existence.

Le diagnostic est basé sur l'altération qualitative des interactions sociales et de la communication, le caractère restreint, répétitif et stéréotypé des comportements, des intérêts et des activités.

Le but des différentes thérapies mises en place avec l'aide d'un animal, chien ou cheval la plus part du temps, est de permettre à l'enfant de différencier le non-moi du moi et de déterminer la limite du moi-peau. Cependant, la relation de la part de l'enfant avec l'animal doit être volontaire, il ne faut pas le forcer à entrer en contact avec l'animal.

La « Progressive Exchange of Communication by the Animal » est une technique où l'enfant apprend à communiquer par le biais de pictogrammes. Il doit échanger le pictogramme contre l'activité qu'il veut réaliser avec l'animal. L'adulte doit commenter verbalement ce qu'il fait et ce qu'il va faire pour que l'enfant enregistre le nouveau vocabulaire et voit l'action se dérouler et être capable de d'intégrer l'association mot - action. Ensuite il s'agit de combiner une activité liée au chien avec une activité d'humain. Par exemple, par extrapolation, brosser le chien peut devenir brosser ses cheveux.

La communication tactile que l'enfant a avec le chien va lui permettre de trouver ses repères puis de faire entrer le chien dans son environnement. Il est cependant nécessaire de verbaliser chaque action pour apprendre à l'enfant à associer le mot et l'activité. Ensuite il est alors possible de faire entrer l'enfant dans un rituel avec le chien, par exemple le nourrir, le sortir... afin qu'ils créent un véritable lien. L'enfant fragile s'attache plus facilement à l'animal. Lui confier des tâches simples en lien avec l'animal permet de responsabiliser l'enfant, de renforcer sa confiance en soi et le lien qu'il entreprend avec l'animal qui devient le médiateur de la communication.

L'enfant autiste en présence d'un chien développe plus d'interactions, de comportements de jeu ainsi que de responsabilité. Le lien enfant-chien est très fort et

l'animal devient l'ami et le confident de l'enfant. Plusieurs études se sont penchées sur la question de l'apport du chien de compagnie dans le quotidien de l'enfant autiste. Il ressort que la famille ne remarque pas forcément d'amélioration notable dans le comportement de l'enfant. Les enfants plus âgés ont de meilleures réponses à la présence du chien dont l'aspect n'influe pas sur le lien qui peut se développer entre l'enfant et lui. Cependant, il a été montré que les enfants ayant participé à des séances de zoothérapie développent de meilleures capacités d'apprentissage. Il semblerait que les résultats les plus favorables sont obtenus dans le groupe d'enfants possédant un animal de compagnie et participant à des séances de zoothérapie régulières. Néanmoins, il est nécessaire de former les parents à l'éducation et à la gestion du chien avec d'avoir un impact valorisé sur l'enfant. De plus, les enfants plus âgés ayant des capacités à s'exprimer et ayant un chien ont plus de facilité à gérer les conflits que les autres. La présence du chien de compagnie peut être bénéfique sur le contexte familial si l'enfant est demandeur (HALL 2016).

## **2) Trisomie**

Les enfants atteints de trisomie ont souvent des déficits de psychomotricité. Il est possible de faire réaliser un petit parcours par le chien, comme un slalom large, pour motiver l'enfant et encourager son mouvement en avant. Ensuite l'enfant peut effectuer le parcours guidé par le chien. L'animal devient une excuse pour faire l'exercice qui peut se décliner à l'infini : marche en ligne droite avec double laisse, assistée par le thérapeute, en ligne courbe, promenade un peu plus longue...

Ces enfants présentent des troubles de la proprioception. Ainsi, en apprenant à connaître le corps du chien, ils apprennent à connaître et à mieux utiliser le leur, ce qui renforce leur proprioception et leur équilibre.

## **3) Hyperactivité**

L'animal renvoie à l'enfant une image calme et paisible : par sa sérénité et sa douceur, il l'apaise. Il est nécessaire de responsabiliser l'enfant vis-à-vis de l'animal, de lui expliquer qu'il faut le respecter et en prendre soin. Mais la présence du chien aide à canaliser l'enfant et augmenter sa concentration.

## **4) En milieu hospitalier**

A l'hôpital, la présence du chien aide au mécanisme thérapeutique psychologique, physique et social. Il réduit l'angoisse liée à l'hospitalisation en apportant un peu de joie. Cela devient aussi une activité récréative qui aide à réduire la solitude et encourage les interactions entre les différents enfants présents, à accroître la réceptivité au traitement en diminuant le stress et à stimuler l'exercice physique. L'animal aide à détourner l'attention des patients des soins douloureux.

L'implication d'un chien dans leur thérapie apporte de nombreuses modifications dans l'attitude des enfants en soin. Cela diminue leur anxiété et par effet rebond stimule leur prise alimentaire et diminue les nausées. Il se crée un lien d'amitié entre l'enfant et le chien qui lui permet d'avoir plus confiance en lui et ainsi, stimuler la communication entre le patient et les autres enfants et entre le patient et le personnel soignant. Il

accepte plus volontiers de participer activement à sa thérapie ainsi qu'aux différentes activités proposées, ce qui le sort de l'isolement dû à la maladie.

## **5) Chien d'assistance**

Comme évoqué précédemment, le chien tient une place de choix dans les animaux d'assistance. Sa taille moyenne lui permet de suivre son maître aussi bien dans son quotidien que dans les lieux publics, les transports en commun, les centres de soin... De plus, sa grande capacité d'adaptation et sa volonté d'interaction avec l'humain font de lui un animal facile à dresser et qui s'accommode aisément au mode de vie des humains.

## **Conclusion**

L'utilisation de l'animal par l'humain se diversifie de plus en plus. D'animal de travail il devient aujourd'hui par le biais de la zoothérapie un précieux intermédiaire entre le patient et praticien qui améliore et accélère le processus thérapeutique mis en place.

L'association ACADIA développe en France la formation de chiens d'assistance pour les enfants atteints de diabète de type 1. Nous allons à présent évoquer cette maladie, ses complications et ses contraintes afin de mieux apprécier la vie de ces patients et leurs besoins auxquels pourront subvenir les chiens d'assistance.

# Deuxième partie : Particularité du diabète de type 1 chez l'enfant

---

## I - Généralités sur le diabète

### A - Définitions

Le diabète est « une maladie chronique qui survient lorsque le pancréas ne produit pas assez d'insuline ou lorsque l'organisme n'est pas capable d'utiliser efficacement l'insuline qu'il produit. Il en résulte une concentration accrue de glucose dans le sang (hyperglycémie) » (Définition de l'Organisation Mondiale de la Santé).

« Le diabète se définit par une hyperglycémie chronique, soit une glycémie à jeun supérieure à 1,26 g/L (7 mmol/L) à deux reprises » (Médecine Sorbonne Université). Ce seuil est basé sur le risque de rétinopathie associée à une glycémie trop élevée de façon prolongée. La valeur limite de glycémie à ne pas dépasser pour un patient quelque soit le moment de la journée est 2g/L (11.1 mmol/L). Une mesure du glucose sanguin au dessus de cette valeur suffit pour poser le diagnostic de diabète.

L'hyperglycémie modérée est très souvent asymptomatique. Les signes cliniques initiaux peuvent être une discrète perte de poids (1 à 3 kg) et une asthénie relative. « Le syndrome cardinal diabétique, qui comporte polyuropolydipsie, amaigrissement, hyperphagie, n'existe que pour des glycémies supérieures à 3 g/L (16 mmol/L). Il existe alors une glycosurie importante, responsable de polyurie osmotique, entraînant à son tour une polydipsie » (Médecine Sorbonne Université).

Le diabète est subdivisé en trois types :

- Le diabète de type 1, anciennement connu sous le nom de diabète insulino-dépendant ou diabète juvénile, se définit par une production insuffisante d'insuline par le pancréas.
- Le diabète de type 2, ou diabète non insulino-dépendant, provient de la mauvaise métabolisation de l'insuline par l'organisme, souvent associé à un excès pondéral et à l'absence d'activité physique.

- Le diabète gestationnel est l'hyperglycémie qui peut être observée lors d'une grossesse. Il augmente significativement les risques de complications pendant la grossesse et l'accouchement, ainsi que le risque de développer un diabète de type 2 par la suite.

Tableau I - Caractéristiques respectives des diabètes de type 1 et 2 (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)

	Type 1	Type 2
Antécédents familiaux du même type	Rares	Fréquents
Âge de survenue	Plutôt avant 35 ans	Plutôt après 35 ans
Début	Rapide ou explosif	Lent et insidieux
Facteur déclenchant	Souvent +	Souvent +
Symptomatologie	Bruyante	Pauvre ou absente
Poids	Normal ou maigre (ou amaigrissement)	Obésité ou surcharge adipeuse abdominale
Hyperglycémie au diagnostic	Majeure > 3 g/l	Souvent < 2 g/l
Cétose	Souvent présente	Le plus souvent absente
Complication dégénérative au moment du diagnostic	Absente	Présente dans 50 % des cas
Cause principale de mortalité	Insuffisance rénale	Maladie cardiovasculaire

## B - Epidémiologie

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le nombre de personnes atteintes de diabète dans le monde est en continuelle et régulière augmentation depuis les 30 dernières années. Elles seraient actuellement 422 millions à en souffrir, contre 108 millions en 1980. La prévalence mondiale du diabète (glycémie à jeun  $\geq 7,0$  mmol/L (1,26 g/L) ou patients sous traitement) chez les adultes de plus de 18 ans est passée de 4,7% en 1980 à 8,5% en 2014 selon ses recensements. Le diabète touche une personne sur 11 et serait, d'ici 2030, la 7<sup>ème</sup> cause de décès dans le monde. En 2012, elle a recensé 1,5 millions de décès directement reliés au diabète. La mortalité des personnes diabétiques est supérieure dans les pays en voie de développement.

Le diabète est l'une des premières causes mondiales de cécité, d'amputation, d'insuffisance rénale et d'accidents cardiovasculaires et cérébraux.

En France, le diabète représente 2% de la mortalité, tous âges confondus. Les hommes sont les plus touchés, avec 9,5% de la population masculine contre 6,6% de la population féminine. Les jeunes diabétiques sont pour la plus part de jeunes garçons alors que les femmes sont plus touchées par un diabète tardif de type 2. Il devient un problème de santé publique en France, où l'on atteint 3,5 % de diabétiques (soit 1 600 000 diabétiques diagnostiqués et suivis et environ 400 000 diabétiques non traités), mais aussi en Europe où le nombre de diabétiques est évalué à 30 millions, et aux Etats-Unis où les 15 millions de diabétiques sont pour la grande majorité non diagnostiqués.

Les facteurs de risque du diabète de type 2 sont l'obésité et la sédentarité. De nombreuses campagnes d'information incitent donc la population à pratiquer un exercice physique régulier afin de réduire les risques. Une alimentation saine, une activité physique adaptée, une diminution du tabagisme et un diagnostic précoce sont autant de facteurs pour limiter ou retarder l'apparition de la maladie et ses nombreuses conséquences.

En ce qui concerne le diabète de type 1, il existe un gradient décroissant de l'incidence de la maladie du Nord vers le Sud de l'Europe. En France, il représente 10 à 15% des patients diabétiques soit environ 200 000 cas. D'après le Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, l'incidence est de 7,8 pour 100 000 personnes et par an. La maladie est souvent diagnostiquée avant l'âge de 35ans. Les causes exactes et les facteurs prédisposants sont mal documentés. Cependant, au vue de l'augmentation de l'incidence de la maladie de + 4% par an, particulièrement avant l'âge de 5ans, l'implication de facteurs environnementaux dépendant du mode de vie semble être décisive dans l'installation de la maladie en association avec des paramètres génétiques.

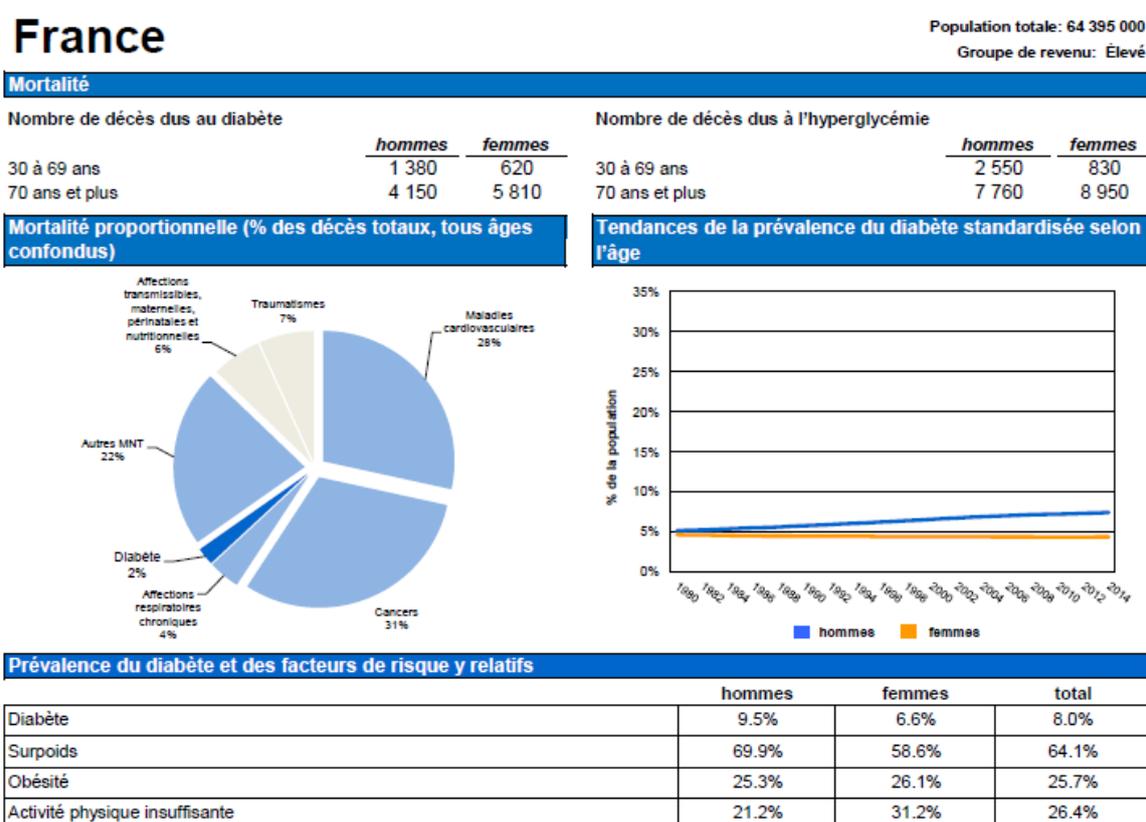


Figure 2 - Profil de la France (Organisation Mondiale de la Santé, 2016)

## C - Impact économique

La prise en charge des diabétiques représente un coût financier très important. Cela est dû aux nombreuses complications dégénératives associées. Pour exemple, 13% des personnes dialysés de France étaient diabétiques dans les années 2000, et aux Etats-Unis ce taux dépasse les 30%. La majorité de ces patients sont atteints de diabète de type 1 (Médecine Sorbonne Université).

Ce n'est pas tant le traitement du diabète lui-même qui est coûteux que celui de ses complications. Un dixième des patients diabétiques devront subir un jour une amputation, que ce soit d'un orteil, d'un pied ou d'une jambe. Le coût du diabète est évalué à plusieurs millions d'euros. Face à un tel montant, l'Organisation Mondiale de la Santé et les gouvernements européens ont organisé des campagnes d'informations pour rappeler les bonnes pratiques médicales en diabétologie afin d'espérer réduire d'un tiers les complications dues au diabète.

## **D – Cas particulier du diabète de type 1 de l'enfant**

Le diabète de l'enfant est plus difficile à équilibrer que celui de l'adulte. Du fait de la croissance, les besoins en insuline augmentent mais de façon non linéaire. De plus, l'acceptation de la maladie et l'observance sont plus compliquées que chez l'adulte. Il est donc essentiel de former et d'informer l'entourage de l'enfant, que ce soit la famille mais aussi les professeurs et le personnel soignant assurant le suivi du patient.

De plus, le risque de coma et d'œdème cérébral en phase de carence absolue en insuline est plus important chez les sujets jeunes, d'où la nécessité d'un diagnostic précoce du diabète ainsi que d'un suivi serré afin de l'équilibrer au mieux.

## **II – Physiopathologie du diabète de type 1**

Le diabète de type 1 se définit par une carence absolue en insuline, secondaire à la destruction des cellules  $\beta$  du pancréas par une réaction auto-immune spécifique à médiation cellulaire. Cette hypothèse reste à vérifier mais demeure jusqu'à présent la plus plausible. L'hyperglycémie apparaît lorsque seules 10 à 20% des cellules  $\beta$  restent fonctionnelles. Ce processus d'insulite auto-immune évolue sur plusieurs années.

L'American Diabetes Association le subdivise en deux sous-types :

- Le diabète de type 1 auto-immun
- Le diabète de type 1 idiopathique caractérisé par l'absence d'auto-anticorps, qui ne représenterait que 10% des cas.

### **A – Prédisposition génétique**

Malgré l'absence d'antécédents familiaux dans la majorité des cas, une prédisposition génétique est fortement suspectée dans le développement de la maladie. Cette prédisposition semble oligogénique avec de nombreux gènes mis en cause.

Les principaux facteurs de prédisposition sont des gènes codant des antigènes de classe II appelés HLA (Human Leukocytes Antigens), situés sur le chromosome 6, faisant partie du complexe d'histocompatibilité (CMH). Le risque relatif de développer un diabète de type 1 est de 3 à 5 lors de la présence d'un antigène HLA DR3 ou DR4 et de 20 à 40 lors de la présence de l'association DR3-DR4 (Médecin Sorbonne Université). Cependant, le typage HLA est rarement nécessaire dans le diagnostic et le traitement du diabète de type 1. Il peut être néanmoins utile dans l'analyse du risque familial de transmission de la maladie.

**Tableau II - Risques de diabète de type 1 en France (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques)**

Risque dans la population générale	0,4 %
Apparenté de 1 <sup>er</sup> degré	5 %
Deux parents diabétiques	30 %
Apparenté de 1 <sup>er</sup> degré avec identité HLA	12 %
Apparenté de 1 <sup>er</sup> degré avec identité HLA et HLA-DR3 ou DR4	16 %
Jumeaux	50 %
Jumeaux + HLA-DR3 ou DR4	70 %

Des VNTR (Variable Number Tandem Repeats) ou éléments répétitifs de longueur variable, en contiguïté avec le gène codant pour l'insuline seraient à l'origine d'une sous-expression de ce dernier au niveau des cellules épithéliales thymiques (entraînant un défaut de sélection négative des clones autoréactifs).

Les gènes de prédispositions mineurs sont :

- le gène codant la molécule CTLA-4, récepteur lié au phénomène d'immunomodulation des lymphocytes T.
- le PTP-N22, codant une tyrosine phosphatase qui module l'activation du récepteur T. Cette mutation est impliquée dans le développement de nombreuses maladies auto-immunes.
- le gène codant l'Interferon-Induced with Helicase C domain 1 (IFIH1) a été suspecté d'interférer dans la maladie.

## **B – Facteurs environnementaux**

Du fait de l'augmentation plus rapide de l'incidence du diabète de type 1 par rapport à une simple sélection génique, des facteurs environnementaux sont suspectés d'influer dans l'apparition de la maladie. Cependant, ces facteurs sont différents de ceux précipitant le diagnostic de la maladie. En effet, un stress important ou un passage viral peut souligner certains signes cliniques menant au diagnostic de diabète de type 1 sans pour autant en être responsable.

Ces facteurs environnementaux pourraient ainsi expliquer le gradient Nord-Sud du diabète de type 1. Un enfant finlandais aurait 7 à 8 fois plus de risque de développer cette pathologie qu'un enfant naissant en France (Médecine Sorbonne Université).

L'étude de certains virus sur des modèles animaux, notamment des entérovirus (coxsackies, cytomégalovirus, virus de la rubéole, des oreillons), n'a pas été concluante car certains se révèlent protecteurs contre la maladie et d'autres au contraire favorisent son développement. Ces derniers pourraient présenter un antigène similaire à certaines protéines des cellules  $\beta$ . L'infection virale, responsable de la sécrétion de cytokines, notamment d'interféron  $\gamma$ , pourrait stimuler la réaction auto-immune au niveau pancréatique.

De même, des substances alimentaires ou toxiques ont été incriminées sans preuve directe.

Un environnement trop « stérile » limitant le développement normal de la flore commensale et du système immunitaire semblerait encourager l'émergence de maladie auto-immunes donc le diabète fait partie. De même, l'obésité serait à l'origine de l'amplification des réactions d'apoptose (stress du réticulum endoplasmique et

suractivation de l'Unfolded Protein Response) du fait de l'épuisement des cellules  $\beta$  du pancréas par l'insulinorésistance périphérique.

Malgré toutes ces études, l'implication de chaque partie n'est pas véritablement définie et les origines du développement du diabète de type 1 ne sont pas encore clairement définies.

### C – Processus auto-immuns

Les principaux auto-antigènes sont dirigés contre l'insuline et la pro-insuline en premier lieu, mais aussi contre la protéine décarboxylase de l'acide glutamique (GAD) et contre l'IA-2 (Islet Antigen Number 2, assimilée à une tyrosine phosphatase). Il semble aussi que certains auto-anticorps soient dirigés contre les îlots de Langerhans eux-mêmes (ICA).

De part l'étude des souris NOD pro-insuline 2 knock-out, n'exprimant plus le gène de l'insuline au niveau du thymus, il semblerait que l'insuline soit le premier et principal antigène incriminé dans le développement du diabète.

Le dernier type auto-anticorps découvert est celui de la molécule ZnT8, transporteur contrôlant les mouvements du zinc stabilisant l'insuline. Ces auto-anticorps sont retrouvés chez 60 à 80% des patients atteints de diabète de type 1 contre 2% chez les contrôles ou 3% dans le diabète de type 2.

Cependant, tous ces auto-anticorps semblent n'être que les témoins de la réponse immunitaire et non les agents destructeurs des cellules  $\beta$ . Les mécanismes cellulaires de la réponse immunitaire restent prédominants.

La lésion du pancréas par la réponse immune, ou insulite, est due à la destruction des cellules  $\beta$  par les lymphocytes T CD8 et par des cytokines macrophagiques.

En cas de diagnostic de diabète de type 1, au moins un type d'auto-anticorps est détectable, avec une spécificité pour les auto-anticorps anti-insuline chez les patients de moins de 15ans et les anticorps anti-GAD présent pendant toute la durée de l'évolution de la maladie.

Il apparait que la destruction des cellules  $\beta$  est un processus progressif, étalé dans le temps, survenant avant et après l'apparition du diabète.

Il est fréquent que d'autres troubles endocriniens d'origine auto-immune se greffe au diabète de type 1. Il se place dans le cadre des syndromes polyendocriniens auto-immuns.

**Tableau III - Prévalence d'auto-anticorps au cours du diabète de type 1 en fonction de l'âge (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques)**

Les Ac. « Diabète type 1 » somment les ICA, les anti-GAD, les anti-IA-2 et les anti-insuline. Les Ac. « Thyroïdopathies » sont représentés par les anti-thyropéroxydase et anti-thyroglobuline. Les Ac. « Maladie coeliaque » somment les anti-gliadine (IgA et IgG) et les anti-transglutaminase tissulaire. Les Ac. « Atrophie gastrique » sont les anticorps anti-cellules pariétales gastriques. Les Ac. « Maladie d'Addison » sont les anticorps anti-surrénale.

Auto-anticorps	Tranches d'âge		
	< 12 ans	12–18 ans	18–30 ans
Ac. Diabète type 1	84,1 %	81,4 %	74,5 %
Ac. Thyroïdopathies	11,4 %	22,6 %	26,9 %
Ac. Maladie coeliaque	20,7 %	21 %	19,2 %
Ac. Atrophie gastrique	11,1 %	15,6 %	22,7 %
Ac. Maladie d'Addison	3 %	3,3 %	3,6 %

Un dépistage systématique de ces autres auto-anticorps peut être réfléchié pour certaines affections graves, comme la thyroïdite auto-immune (anticorps anti-thyropéroxydase), la maladie d'Addison (anticorps anti-surrénale), la maladie coeliaque (anticorps anti-transglutaminase et anti-endomysium) et la maladie de Biermer (anticorps anti-paroi gastrique et anti-facteur intrinsèque). Si un marqueur revient positif, une surveillance annuelle est essentielle pour favoriser un diagnostic précoce de telles pathologies.

### III - Diagnostic

#### A - Commémoratifs et anamnèse

Le diagnostic précoce du diabète est basé sur un test sanguin afin d'évaluer la glycémie. Il est possible de faire un suivi de glycémie afin d'apprécier ses variations au cours de la journée. L'association de cette valeur à celle de l'hémoglobine glyquée permet une meilleure estimation de l'évolution de l'hyperglycémie.

Le tableau typique est le syndrome cardinal diabétique : polyuro-polydipsie, amaigrissement, hyperphagie. Il peut être associé à une cétonurie, liée à l'hypercatabolisme en absence d'insuline, et glycosurie. La glycémie est alors souvent supérieure à 3g/L. Le diagnostic de diabète de type 1 est rarement une découverte fortuite.

La recherche d'antécédents familiaux est souvent réalisée mais elle n'est positive que dans 10% des cas (Médecine Sorbonne Université).

Le diabète peut être associé à d'autres maladies auto-immunes qu'il est bon d'explorer en cas de suspicion (vitiligo, thyroïdites...).

#### B - Examen clinique

La polyuro-polydipsie est souvent facile à détecter. Elle s'associe généralement à un amaigrissement notable en quelques semaines. Le patient peut être légèrement déshydraté.

La bandelette urinaire fait partie intégrante de l'examen clinique pour rechercher la présence de glucose et d'acétone.

Il est essentiel d'exclure un diabète secondaire, à la prise de glucocorticoïdes par exemple.

## C - Examens complémentaires

Afin de poser le diagnostic de diabète de type 1, il n'est pas nécessaire de doser l'insulinémie. Il se base sur la clinique.

Afin de confirmer ce diagnostic, un dosage de la glycémie et une recherche de l'acétonurie sont essentiels. La présence d'un antécédent familial et d'une autre maladie auto-immune associée renforce le diagnostic. Le dosage des auto-anticorps n'est nécessaire qu'en cas de doute ou en cas de diabète atypique.

Les autres paramètres sanguins à mesurer sont l'ionogramme, la créatininémie, éventuellement les gaz sanguins en cas de signes d'acidose. Un bilan lipidique complet permet d'évaluer les facteurs de risques cardio-vasculaires.

Dans le suivi du diabète, la valeur de l'hémoglobine glyquée est encore plus importante que celle de la glycémie.

L'hémoglobine glyquée est la fraction d'hémoglobine exposée à la glycation en cas d'élévation de la glycémie. Ce taux d'hémoglobine glyquée (donnée en pourcentage d'hémoglobine total) est influencé par la glycémie des 4 derniers mois (la durée de vie des érythrocytes étant de 120 jours). Cependant, les variations de glycémie des 30 derniers jours déteignent sur la moitié de cette valeur. L'hémoglobine glyquée est l'outil indispensable dans le suivi des diabétiques car elle reflète la glycémie des 2 à 3 mois précédents. Elle est un marqueur du risque de complication du diabète.

Malheureusement, cette mesure perd de sa fiabilité (DARMON 2014) :

- En cas de troubles de l'érythropoïèse (hémolyse, anémie, transfusion, traitement au fer, à l'EPO...) qui diminuent sa valeur.
- Les carences en fer ou en vitamine B12, la splénectomie, l'alcoolisme... augmentent la durée de vie des hématies et donc surestiment artificiellement le taux d'hémoglobine glyquée.
- Des anomalies de l'hémoglobine elle-même, des cures de vitamines C ou E peuvent abaisser ce pourcentage
- Une insuffisance rénale peut aussi fausser la mesure par accumulation d'autres formes d'hémoglobine.

La mesure du taux d'hémoglobine glyquée ne remplace pas l'autosurveillance glycémique quotidienne par le diabétique mais peut orienter le praticien. Elle permet d'apprécier l'équilibre global du diabète. Sa valeur normale est comprise en 4 et 5,6% mais généralement, dans le cas de patients diabétiques, les objectifs sont de maintenir ce paramètre en dessous de 7%.

Selon les recommandations de l'American Diabetes Association, cette valeur peut être utilisée comme outil diagnostique : un taux supérieur à 6,5% permet de poser un diagnostic de diabète, mais une mesure inférieure ne peut l'exclure et doit être associée avec des analyses de glycémie (FLORKOWSKI 2013).

Une numération formule permet d'écarter une infection latente.

L'examen du fond de l'œil initial sert de référence pour le suivi d'une rétinopathie.

Un électrocardiogramme évalue l'impact d'une éventuelle hypokaliémie.

Le dosage de la TSH permet d'écartier l'hypothèse d'hyperthyroïdie.

## **D – Diagnostic différentiel**

L'hyperthyroïdie peut entraîner une hyperglycémie. Il faut alors chercher les signes d'appel de cette pathologie : fonte musculaire, tachycardie, diarrhée... Le dosage de la TSH, comme vu précédemment, permet de trancher.

Une pathologie intestinale comme des troubles de malabsorption, ou une parasitose intestinale peut être à l'origine d'une perte de poids mais sans hyperglycémie.

Il est possible de retrouver le syndrome cardinal dans le cas d'un diabète de type 2. Cependant, l'âge, le surpoids et les antécédents de diabète de type 2 orientent le diagnostic.

## **IV – Traitement**

### **A – Principes et objectifs**

Le diabète est une maladie chronique lourde qui implique une participation active du malade. Les traitements sont très contraignants, voire douloureux. Il est important d'adapter son traitement à ses activités du jour, de contrôler son alimentation et d'adapter son mode de vie afin de prévenir d'éventuelles complications causées par le diabète.

L'éducation du patient et son éveil aux contraintes du suivi et des traitements est primordiale pour favoriser une autonomie du malade dans sa prise en charge quotidienne. Il est du rôle du praticien d'informer le patient et son entourage afin qu'ils appréhendent mieux la maladie, ses complications et les risques associés. Le malade et ses proches doivent savoir reconnaître et corriger un malaise hypoglycémique par exemple, et être éclairés sur les signes d'appel de certaines complications graves.

Dans le diabète de type 1, il est fondamental que le patient soit formé à l'insulinothérapie fonctionnelle. Ainsi, s'il en est incapable, les soins à domicile pourront être envisagés avec la participation d'un professionnel de santé.

Le traitement du diabète de type 1 est un compromis entre une amélioration du mode de vie et la minimisation des risques de complications, notamment cardiovasculaires.

Le principe essentiel du traitement du diabète est d'équilibrer la glycémie, avec une glycémie moyenne inférieure à 1,5 g/L et une hémoglobine glyquée inférieure à 7% (pour une valeur normale entre 4 et 5,6%).

**Tableau IV - Objectifs thérapeutiques généraux dans le diabète de type 1 (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)**

Le matin à jeun	0,9–1,20 g/l
Avant les repas	0,8–1,2 g/l
2 heures après les repas	1,2–1,8 g/l
Au coucher	1,2 g/l
À 3 h du matin	> 0,8 g/l
HbA1c	7–7,5 %
Hypoglycémies modérées	Rares
Hypoglycémies « sévères »	0
Nombre d'autocontrôles	4–6 par jour
Nombre d'injections	3–5 par jour ou pompe

## B – Mesures hygiéniques

Le diabète est une maladie chronique incurable. L'annonce d'un tel diagnostic nécessite un accompagnement et un soutien de l'entourage du patient, voir un suivi avec un professionnel si nécessaire afin de mieux accepter la maladie. De nombreuses associations de malades peuvent participer à ce soutien psychologique. Enfin, plusieurs conseils de médecins de groupements administratifs produisent de l'information sous forme de livret et de prospectus afin de mieux appréhender et comprendre la maladie.

Un régime alimentaire sain et équilibré avec des repas à heures régulières est essentiel dans le contrôle du diabète, afin de limiter les grandes variations de glycémie et d'adapter le traitement insulinaire.

La pratique d'une activité physique adaptée favorise la perte de poids et stimule la circulation sanguine, mise à mal par la toxicité du glucose excédentaire pour les cellules endothéliales. Cependant, il est important de prendre en compte le risque d'hypoglycémie, qui doit être corrigée par une prise orale de glucose en cas de symptômes légers.

La diminution du tabagisme et de l'alcoolisme permet de réduire les risques de développer des complications dues au diabète.

## C – Traitement insulinaire

### 1) Objectifs

Une insulinothérapie intense et régulière permet de réduire le taux d'hémoglobine glyquée et de retarder et limiter la gravité des complications les plus graves. Plus tôt le diabète est contrôlé, plus le risque et la gravité des complications sont minorés. Cependant, elle augmente le risque d'hypoglycémie sévère. La mise en garde du patient contre ses signes avant-coureurs ainsi que sur ses conséquences sont donc essentielles.

Les analogues de l'insuline appelés « forme retard » ont une durée d'action supérieure à une simple injection d'insuline qui ne se prolonge pas dans le temps. Ainsi,

l'American Diabetes Association recommande une valeur d'hémoglobine glyquée inférieure à 7% pour un sujet adulte afin de contrôler le diabète et prévenir et réduire les complications. Pour les enfants, les objectifs sont légèrement différents :

- Pour des enfants de moins de 6ans, la valeur doit être comprise entre 7,5 et 8,5%
- Pour les enfants pré pubères de plus de 6ans, elle doit être inférieure à 8%
- Pour les adolescents (13 à 19ans), le seuil est fixé à 7,5%.

Dans le cas de diabètes compliqués, difficiles à contrôler et avec des complications avancées, l'objectif de l'insulinothérapie sera d'abaisser le taux d'hémoglobine glyquée en dessous de 8%.

Selon les études combinées du DCCT (Diabetes Control and Complications Research Group) et du EDIC (Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study Research Group) entre 1993 et 2007, regroupant 1441 patients, normaliser la glycémie pour atteindre les objectifs définis ci-dessus permet de prévenir ou ralentir l'apparition de rétinopathies, de néphropathie, de neuropathie et de coronaropathie dans le diabète de type 1. Un déséquilibre d'un diabète de type 1 mal contrôlé ou ignoré pendant plusieurs années est un facteur d'aggravation de ces complications, même si le traitement permet le retour à une glycémie normale.

## 2) Variétés d'insuline disponible en médecine humaine

### *Insuline humaine recombinante*

Elle est strictement identique à l'insuline humaine normalement sécrétée par le pancréas. Elle peut être injectée par voie intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée. Son temps de latence est d'environ 30-40min et sa durée d'action est de 7 à 8h, avec un pic d'activité maximale au bout de 2-3h.

Elle est utilisée pour contrôler l'apport glycémique des repas, ainsi que pour corriger rapidement une hyperglycémie.

### *Analogues rapides de l'insuline*

Ces molécules à activité insuliniques sont modifiées pour, une fois injectées par voie sous-cutanée, leur temps de latence soit réduit ainsi que leur durée d'activité.

Elles sont utilisées en période préprandiale et dans la correction d'hyperglycémie. Ce sont les molécules utilisées dans les pompes à insuline.

### *Formes lentes d'insuline*

L'adjonction de protamine à une molécule d'insuline permet d'augmenter sa durée d'action autour de 9 à 16 heures.

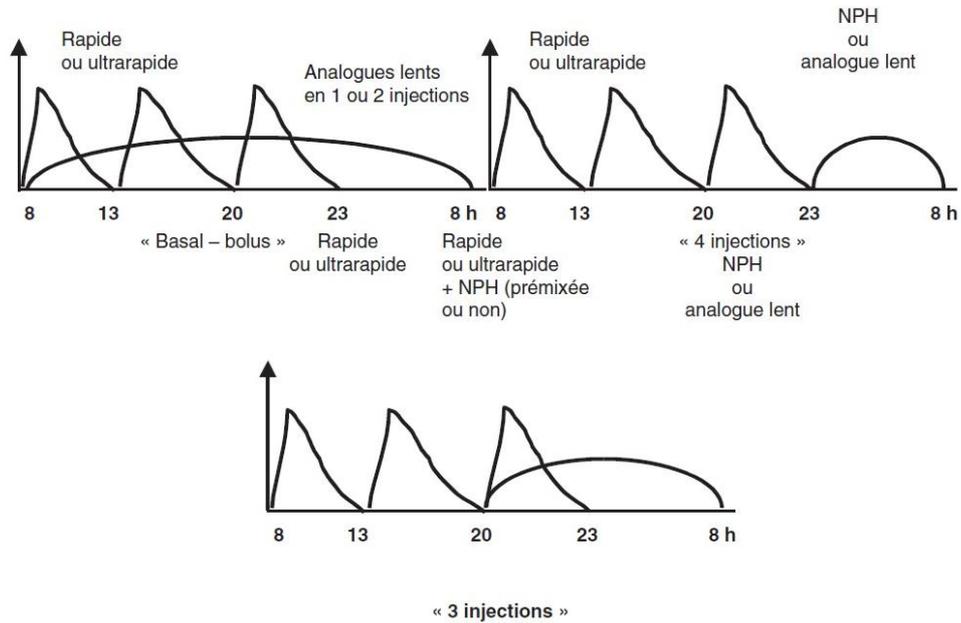
Ces molécules sont souvent associées à des formes rapides à différents pourcentages pour couvrir le besoin en insuline sur la journée complète et limiter le nombre d'injection.

### *Analogues lents de l'insuline*

Ces analogues sont fabriqués de telle sorte qu'ils précipitent pour former un dépôt sous-cutané au point d'injection et de permettre une libération lente et constante d'insuline au cours de la journée. Leur durée d'action varie entre 16 et 40h sans pic d'activité. Ainsi, seules une à deux injections deviennent nécessaires.

Ces molécules permettent donc de maintenir un niveau basal en insuline mais ne sont pas utilisés lors de crises d'hyperglycémie, et augmentent le risque d'hypoglycémie.

A partir de la combinaison de ces différents types d'insuline, il est possible de construire plusieurs schémas de traitement insulinique.



*Ce schéma peut aussi être obtenu avec trois injections de mélanges préconditionnés d'analogues de l'insuline*

**Figure 3 - Exemples de schémas de traitement à l'insuline (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)**

Tableau V - Différentes insulines commerciales (Médecine Sorbonne Université)

Principales préparations	Délai d'action	Durée d'action
<b>Insulines rapides :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapide-Insuman</li> <li>- Actrapid Humaine (HM)</li> <li>- Ordinaire (Orgasuline, Umuline, Insuman)</li> </ul> <b>Analogues rapides :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humalog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>} 15 à 30min</li> <li>5min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>} 4 à 6h</li> <li>3h</li> </ul>
<b>Insulines semi-retard :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NHP</li> <li>- Umuline</li> <li>- Insulatard</li> <li>- Insuman</li> <li>- Monotard humaine</li> <li>- Semi-lente amorphe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>} 1h 30min</li> <li>1h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>} 12 à 16h</li> <li>14 à 18h</li> <li>10 à 12h</li> </ul>
<b>Insulines retard :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umuline Zinc composée</li> <li>- Durasuline</li> <li>- IPZ</li> <li>- Ultratard humaine</li> <li>- Umuline Zinc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1h 30min</li> <li>1h</li> <li>3h</li> <li>2h</li> <li>2h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 à 24h</li> <li>24h</li> <li>24h</li> <li>24 à 28h</li> <li>24 à 28h</li> </ul>
<b>Mélanges d'insulines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuman intermédiaire (25% rapide 75% NHP)</li> <li>- Mixtard 50 (50% Actrapid 50% Insulatard)</li> <li>- Profil (Umuline) 10, 20, 30 ou 40</li> <li>- Orgasuline 30 ou 70</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 à 30min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12 à 16h</li> </ul>

### 3) Doses

La dose de base est de 1U/kg mais varie en fonction de la glycémie, de l'activité physique et de l'alimentation du jour.

L'éducation des patients afin d'adapter l'insulinothérapie en fonction du mode de vie est fondamentale : connaître la composition générale des aliments et savoir calculer leur impact sur la glycémie, savoir corriger une hypoglycémie ou une hyperglycémie... Cette méthode a pour but de donner plus d'autonomie au patient et améliorer sa qualité de vie tout en maintenant l'équilibre de son diabète.

## 4) Effets secondaires

### *Hypoglycémie*

L'hypoglycémie est une pathologie fréquente au cours du traitement du diabète. Plus de 30% des personnes atteintes de diabète de type 1 déclarent avoir présenté au moins un cas d'hypoglycémie sévère au cours de leur suivi médical (CARIOU, 2015). Cette même étude révèle une fréquence deux fois supérieure des crises d'hypoglycémie chez les diabétiques de type 1 par rapport aux diabétiques de type 2.

Tableau VI - Fréquences des hypoglycémies en fonction du type de diabète (CARIOU, 2015)

	Patients diabétiques de type 1 (n = 1317)	Patients diabétiques de type 2 (n = 1731)
Pourcentage de patients présentant au moins une hypoglycémie	85,3 %	43,6 %
Pourcentage de patients présentant au moins une hypoglycémie sévère	13,4 %	6,4 %
Fréquence des hypoglycémies nocturnes	40,2 %	11,0 %
Fréquence des hypoglycémies diurnes	82,7 %	40,7 %
Fréquence des hypoglycémies asymptomatiques	27,9 %	7,7 %

Ce tableau souligne l'importance des hypoglycémies nocturnes dans le diabète de type 1 qui sont difficiles à détecter pour le patient, ainsi que les hypoglycémies dont il ne ressent pas les symptômes. Un suivi fréquent de la glycémie au cours de la journée et une adaptation adéquate de l'insulinothérapie sont donc essentiels pour prévenir de tels problèmes.

Le risque d'hypoglycémie augmente avec le nombre d'injections d'insuline, un indice de masse corporelle faible, une insulinothérapie depuis plus de dix ans et des antécédents d'hypoglycémie.

L'hypoglycémie est définie par l'association de signes de neuroglucopénie et d'une glycémie basse. Les symptômes disparaissent lors d'un retour à la normale de la glycémie : c'est la triade de Whipple. Pour parler d'hypoglycémie, la glycémie doit être inférieure à la valeur seule de 0,50g/L (2,8 mmol/L) chez les personnes normales, inférieures à 0,60g/L (3,3 mmol/L) chez les personnes diabétiques. En dessous de 0,60g/L, des signes neurovégétatifs peuvent être identifiés (nausées, faiblesse). En deçà du seuil de 0,5g/L s'ajoutent des signes neuroglucopéniques. La répétition des hypoglycémies diminue l'intensité des signes neurovégétatifs et ainsi ils perdent leur rôle d'alerte vis-à-vis de l'hypoglycémie.

Les signes de neuroglucopénie à surveiller sont une faim brutale, des troubles de la concentration, une fatigue soudaine, des troubles de la coordination, des paresthésies des membres, des troubles visuels, de la confusion... Associés à ces symptômes, l'hypoglycémie peut entraîner des nausées, de la pâleur, une tachycardie, de l'anxiété...

Si l'hypoglycémie n'est pas corrigée à temps, le patient peut sombrer dans un coma hypoglycémique, dont la profondeur est variable. Le malade est alors souvent agité, avec des sueurs profuses et des signes d'hypothermie.

Les symptômes sont d'apparition brutale, favorisés par le jeûne, l'exercice physique et l'insulinothérapie non adaptée.

## Les signes d'hypoglycémies<sup>3</sup>

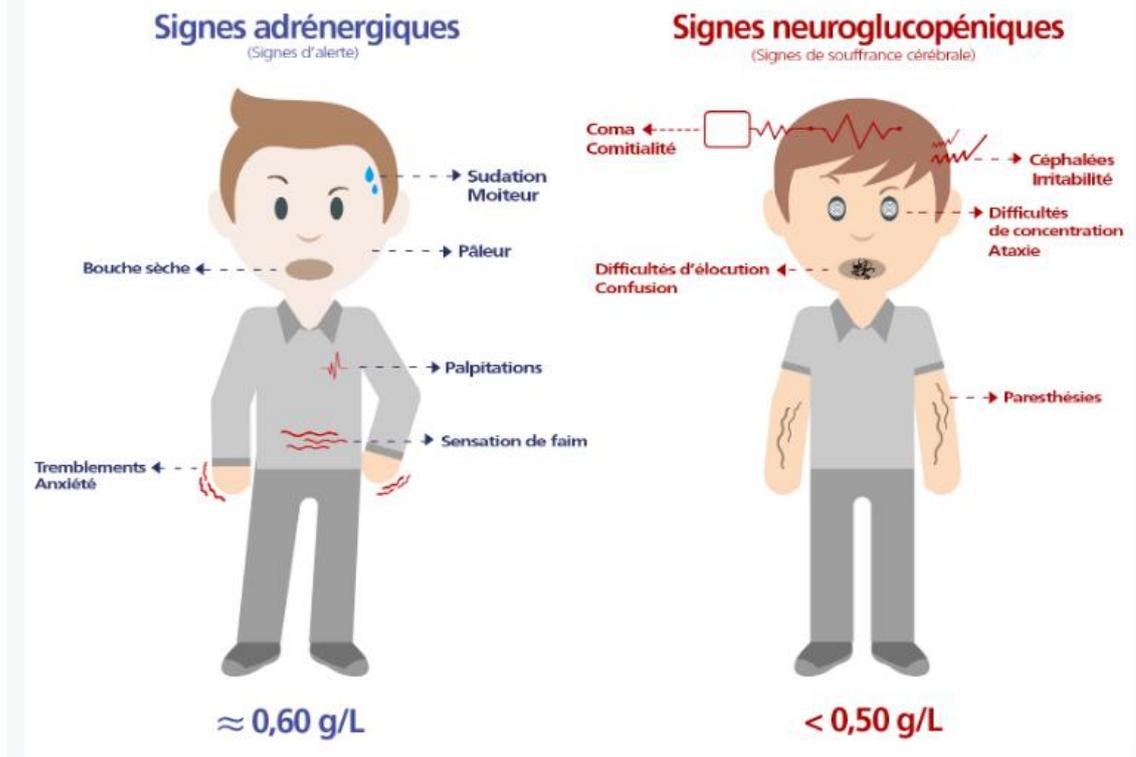


Figure 4 - Les différents signes d'hypoglycémie (CHEVALIER, 2018)

Elle survient la plus part du temps à distance des repas, lorsque la dose d'insuline injectée par le patient diabétique est supérieure aux apports glucidiques ingérés lors du repas. Dans le diabète de type 1, elle est systématique au cours de la vie du patient. En moyenne, un patient diabétique de type 1 peut faire trois à cinq hypoglycémies mineures par semaine malgré un équilibre du diabète. Cependant, l'hypoglycémie est la pathologie la plus crainte par les diabétiques de type 1. Elle apparaît comme un facteur majeur de la diminution de leur qualité de vie, selon près de 70% des patients de plus de 50ans et 40% des patients mineurs. La peur est d'autant plus grande de faire une crise sur le lieu de travail (plus de 60% des diabétiques de type 1). Cette pathologie semble représenter pour les personnes malades un handicap dans leur quotidien et une limite à leur autonomie pour près de 60% des cas (KOVACS BURNS, 2013).

Le traitement passe par l'absorption de sucre, de préférentiellement rapidement digestible, par voie orale si le patient est conscient, à la dose de 15g soient 4 morceaux de sucre, ou par voie intraveineuse si cela n'est pas le cas. Un contrôle de la glycémie 15 minutes après la prise de sucre est vivement conseillé.

En cas de coma prolongé et de non retour à une valeur normale de la glycémie malgré un bolus de glucose hypertonique suivi d'une perfusion enrichie en glucose, l'injection de glucagon dans le cas d'un diabète de type 1 peut être nécessaire.

### *Hyperglycémie*

Le risque d'hyperglycémie est lié à l'adaptation de l'insulinothérapie. L'éducation du patient sur ses principes fondamentaux et son accompagnement au cours du traitement sont essentiels afin de prévenir de telles erreurs et corriger au mieux l'équilibre glycémique.

### *Prise de poids*

La prise de poids peut être secondaire au contrôle de la glycémie, à la diminution de la glycosurie, à la compensation des hypoglycémies...

## **5) Innovation et traitement insulinique**

Les lecteurs de glycémie portables sont de plus en plus rapides, pratiques et fiables. De nombreuses applications téléphoniques leur permettent de se connecter avec le téléphone et proposent de nouveaux services : carnet de suivi en ligne, courbe de glycémie, transfert des données au médecin traitant...

Les pompes sont de plus en plus développées sous forme de pancréas artificiel. Elles sont couplées avec un capteur de glucose sous-cutané et distribuent la quantité d'insuline nécessaire en temps réel.

Plusieurs études se penchent sur les différentes voies d'administration de l'insuline : par inhalation, sous forme de patch percutané...

Enfin, les greffes de pancréas et d'îlots sont toujours à l'ordre du jour. Des programmes étudient la possibilité de transplanter des cellules souches pour restaurer les îlots de Langerhans.

## **D - Traitements annexes**

L'hyperglycémie persistante est à l'origine de nombreuses complications que nous verrons par la suite. Par conséquent, la prise en charge de ces pathologies, telle qu'une hypertension artérielle, une hypercholestérolémie ou une albuminurie doivent absolument être envisagés en parallèle du traitement insulinique.

Ces objectifs ne pourront être atteints qu'avec la participation active du patient, de son entourage et de l'équipe soignante en charge du malade. Les contraintes ne doivent pas être banalisées pour être mieux acceptées, l'évocation des complications ne doit pas se faire dans un climat de peur mais en expliquant les facteurs de risques et les signes avant-coureurs pour favoriser une prise en charge précoce.

## **E - Suivi**

### **1) Autosurveillance**

L'autosurveillance glycémique quotidienne du patient lui permet d'adapter les doses d'insuline à ses apports alimentaires et son activité du jour, mais aussi de gérer les situations de crises. Les lecteurs de glycémie portables sont de plus en plus rapides et fiables et facilitent un suivi plus serré de la glycémie dans le cas d'un diabète de type 1, idéalement quatre fois par jour. Tenir un carnet de suivi glycémique peut être utile au praticien lors des consultations de contrôle.

Certains dispositifs de mesure du glucose sous-cutané en continu peuvent être utilisés en guise de « Holter » glycémique, mais surtout sous forme d'outil d'auto-adaptation de l'insulinothérapie. Ils peuvent être très utiles dans le cas de diabète difficiles, résistants au traitement traditionnel.

A présent il existe des pompes à insuline qui adaptent la dose d'insuline à injecter en temps réel en fonction de la glycémie mesurée instantanément. Plus chères et plus compliquées à mettre en place et à contrôler, elles sont réservées aux cas les plus difficiles où le contrôle de la glycémie par de simples injections devient complexe.

## 2) Hémoglobine glyquée

Elle est mesurée en laboratoire, grâce à des méthodes de chromatographie liquide ou immunologique. La valeur chez une personne non diabétique varie entre 4 et 6%.

Le résultat du laboratoire est donné en pourcentage de l'hémoglobine totale. Il devient non significatif en cas de pathologie de la lignée rouge, comme une anémie hémolytique, une urémie importante, des hémorragies...

Contrairement à la médecine vétérinaire, le dosage des fructosamines est peu utilisé car il est le témoin des variations de la glycémie sur une durée plus courte que l'HbA1c qui est représentative des 2 à 3 mois précédents l'analyse.

Elle apporte aussi une valeur pronostique : sa mesure est corrélée avec le risque de complications cardiovasculaires. Une augmentation de 1% de ce taux est associée avec un risque de mortalité majoré de 30% et un risque d'ischémie myocardique presque doublé (SHERWANI 2016). Une baisse de 0,1% de ce taux réduit le risque de mortalité de 10%.

Tableau VII - L'hémoglobine glyquée comme valeur de suivi du diabète (SHERWANI 2016)

BLOOD GLUCOSE		STATUS	HbA1c	
mmol/L	mg/dL		%	mmol/mol
5.4	97	Normal	5	31
7.0	126		6	42
8.6	155	Pre-Diabetes	7	53
10.2	184	Diabetes	8	64
11.8	212	Diabetes	9	75
13.4	241		10	86
14.9	268	Diabetes	11	97
16.5	297		12	108

## 3) Autres éléments de surveillances

Le suivi d'un patient diabétique par un diabétologue doit se faire trois à quatre fois par an une fois le diabète équilibré.

Au niveau biochimique, le profil lipidique, la créatininémie et la microalbuminurie sont mesurés une fois par an.

Il est aussi recommandé de réaliser un électrocardiogramme une fois par an pour rendre compte de l'activité cardiaque et détecter précocement une maladie coronarienne.

## V – Complications du diabète de type 1

Les complications dues au diabète sont nombreuses et sont en elles-mêmes presque plus graves et handicapantes que la maladie. Il est donc essentiel de les prévenir et de les détecter le plus précocement possible.

Ces complications sont très fréquentes dans l'évolution du diabète, même lorsqu'il est équilibré. Lorsque les chercheurs s'intéressent à la population de personnes diabétiques recevant un traitement médical, il apparaît très clairement qu'elle présente un risque significativement majorée de développer de graves pathologies notamment cardio-vasculaires (FOSSE-EDORH, 2013). Ces valeurs sont minorées par le fait qu'elles ne regroupent que les diabétiques sous traitement.

Tableau XIII - Taux d'incidence des complications liées au diabète, France entière (FOSSE-EDORH, 2013)

	Population diabétique (/100 000)	Population non diabétique (/100 000)	Indice comparatif d'incidence
<b>Infarctus du myocarde</b>	367	168	2,2
<b>Accident vasculaire cérébral</b>	470	301	1,6
<b>Démarrage d'un traitement de suppléance pour insuffisance rénale chronique terminale<sup>b</sup></b>	91	10	9,2
<b>Amputations d'un membre inférieur</b>	232	33	7,0
<b>Plaies du pied</b>	610	123	5,0

<sup>a</sup> Standardisation sur la structure d'âge de la population européenne 2010 : Eurostat, population EU-27 chez les personnes âgées de plus de 45 ans.

<sup>b</sup> Standardisation sur la structure d'âge de la population européenne 2010 : Eurostat, population EU-27.

Tableau IX - Taux d'incidence des complications liées au diabète, selon le sexe, France entière (FOSSE-EDORH, 2013)

	Hommes (/100 000)	Femmes (/100 000)	Indice comparatif d'incidence
<b>Infarctus du myocarde</b>	469	236	2,0
<b>Accident vasculaire cérébral</b>	530	397	1,4
<b>Démarrage d'un traitement de suppléance pour insuffisance rénale chronique terminale<sup>b</sup></b>	104	77	1,4
<b>Amputations d'un membre inférieur</b>	322	125	2,6
<b>Plaies du pied</b>	732	454	1,6

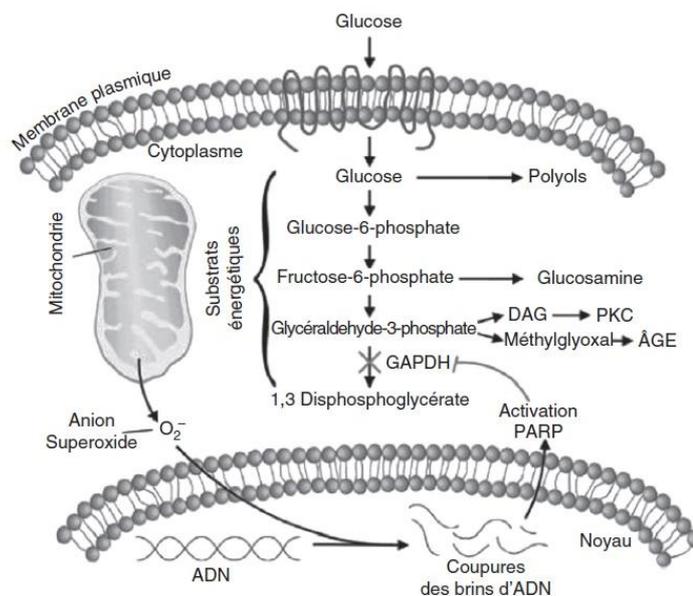
<sup>a</sup> Standardisation sur la structure d'âge de la population européenne 2010 : Eurostat, population EU-27 chez les personnes âgées de plus de 45 ans.

<sup>b</sup> Standardisation sur la structure d'âge de la population européenne 2010 : Eurostat, population EU-27.

Malgré l'absence de l'incidence des rétinopathies dans cette étude, qui sont une des complications majeures, il est manifeste que le diabète est un facteur de risque majeur de développer des troubles cardio-vasculaires majeurs qui sont à l'origine de mortalité et que les hommes présentent un risque de complications supérieur aux femmes.

## A – Complications vasculaires du diabète

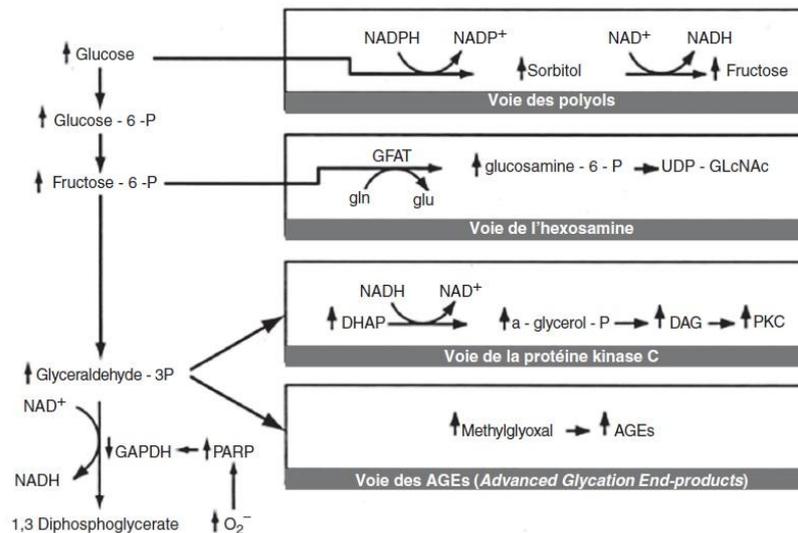
L'hyperglycémie, associée à d'autres anomalies telles que la dyslipidémie, est à l'origine de l'agression de l'endothélium vasculaire très sensible et à l'inhibition des mécanismes cellulaires de défense et réparation de ces cellules. Les molécules de glucose excédentaires pénètrent à l'intérieur des cellules endothéliales mais aussi dans les cellules musculaires lisses. Ces types cellulaires ont la particularité de posséder un transporteur du glucose, appelé GLUT 1, indépendant de l'insuline.



**Fig. 22.10.** Processus fondamental de la physiopathologie des complications du diabète.

Figure 5 - Physiopathologie des complications vasculaires du diabète (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)

Les mécanismes de la glycolyse sont saturés par cet apport énergétique anormal et aboutissent à la production d'AGE (Advanced glycation end-products : produits avancés de la glycation). Ces derniers ne peuvent être détruits par la cellule ni expulsés. Ils vont ainsi être accumulés dans la cellule, et de part leur grande réactivité, vont entraîner des dysfonctionnements métaboliques et la mort de la cellule..



**Fig. 22.11.** Impact de l'élévation de la glycémie sur les voies métaboliques de toxicité cellulaire. (D'après Brownlee M. Diabetes 2005; 54 : 1615–1625.)

Figure 6 - Modifications des voies métaboliques causées par l'hyperglycémie (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)

De plus, les systèmes de transferts d'électrons des mitochondries, participants aux mécanismes antioxydants cellulaires, sont insuffisants et des espèces oxygénées réactives (ROS) sont libérées en excès et participent à la dénaturation de l'ADN. Cette réaction génère des facteurs qui vont inhiber des enzymes de la glycolyse et renforcer la transformation du glucose excédentaire en AGE. L'hyperglycémie est à l'origine d'un dysfonctionnement cellulaire conduisant à l'apoptose des cellules concernées.

L'hyperglycémie prolongée provoque donc un stress oxydant tout en inhibant les mécanismes de défense et de réparation cellulaires. Selon les tissus concernés, cette anomalie de la glycémie induit l'épaississement des membranes basales et des troubles de la perméabilité vasculaire, une prolifération vasculaire, comme dans la rétine par exemple, ou une fibrose progressive comme dans le rein.

## B - Rétinopathies

La rétinopathie est une complication caractéristique du diabète. Elle advient lors d'hyperglycémie chronique. Elle n'est donc pas rencontrée au début d'un diabète de type 1. Sa présence lors du diagnostic de diabète montre le retard dans la détection de la maladie, qui évolue déjà depuis plusieurs années. Il est possible de prévenir ou retarder la progression de cette pathologie par le contrôle de la glycémie.

Les conséquences cliniques de cette complication sont graves car elle peut mener à la cécité complète de l'individu. Il est donc essentiel, dans une suspicion de diabète, de réaliser un examen ophtalmologique complet et une surveillance annuelle.

### 1) Épidémiologie

La prévalence des rétinopathies après 30ans de diabète est supérieure à 90%, dont 30 à 40% menacent le pronostic visuel des patients. Avec l'amélioration de la prise en charge du diabète, notamment du diabète de type 1, les données les plus récentes

montrent une réduction notable de ces pathologies qui ne devraient plus conduire à la cécité si la prise en charge est suffisamment précoce et agressive dès le début (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016). Cependant, le diabète reste la première cause de cécité chez les personnes de moins de 50ans en France.

La clé dans la lutte contre les rétinopathies est le contrôle des hyperglycémies et de leur intensité.

Tableau X - Facteurs de risque de rétinopathie (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)

Facteurs modifiables	Facteurs non modifiables	Situations à risque
Contrôle glycémique (++++) Pression artérielle (++) Tabac Dyslipidémie Protéinurie	Durée de diabète (++++) Âge Prédisposition génétique	Puberté Grossesse Amélioration rapide des glycémies après une longue période de mauvais contrôle

## 2) Physiopathologie

Les rétinopathies sont la conséquence d'anomalies vasculaires comme vues précédemment. Elles conduisent à l'occlusion des capillaires rétiniens, secondaire à des micro-anévrismes (ectasie de la paroi des capillaires). Cela engendre une ischémie de la rétine et la sécrétion de facteurs proangiogéniques comme le VEGF. Des néovaisseaux se forment en avant de la rétine sous l'influence de ces facteurs.

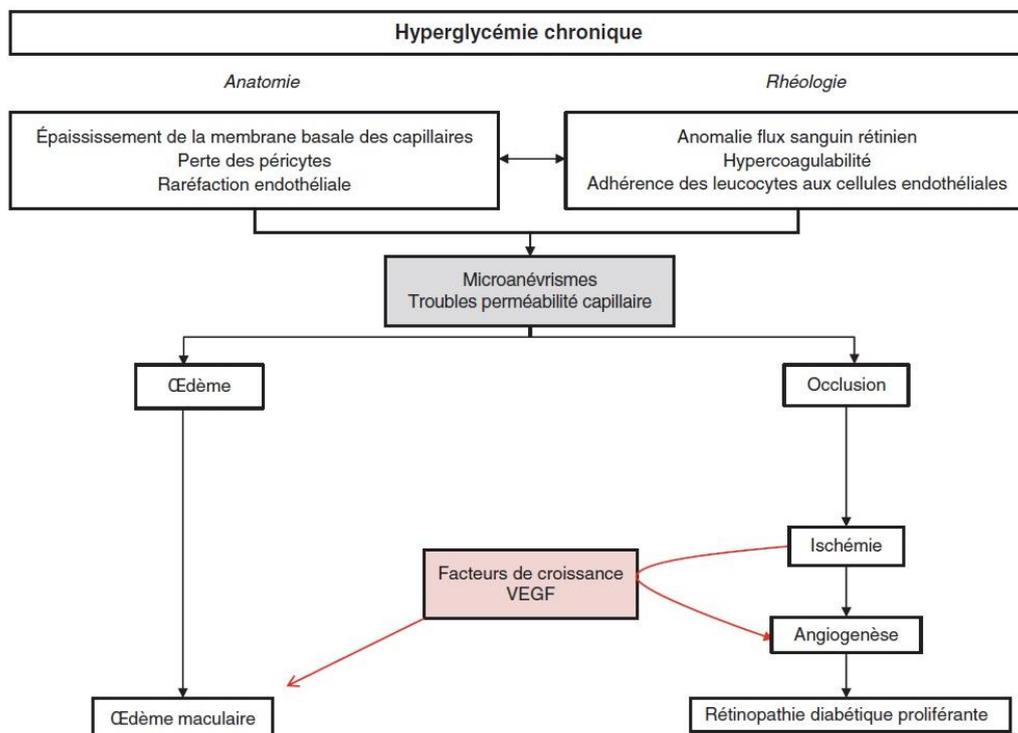


Fig. 22.12. Conséquences des anomalies vasculaires dans la physiopathologie de la rétinopathie.

Figure 7 - Conséquences des anomalies vasculaires dans la physiopathologie de la rétinopathie (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)

Ces néovaisseaux peuvent être à l'origine d'hémorragie intravitréenne. De plus, ils exercent une traction sur la rétine qui peut mener jusqu'à son décollement. Enfin, associés à la fibrose environnante, ils causent une hypertension oculaire en obstruant les canaux de résorption de l'humeur aqueuse.

Dans le diabète de type 2, la rétinopathie peut aboutir à un œdème de la rétine au niveau de la macula, siège de la vision fine. C'est le VEGF qui, de par ses propriétés de perméabilisation de la paroi, est le principal facteur en cause.

### 3) Examen clinique et oculaire

Les signes fonctionnels sont très tardifs. Le dépistage et le traitement préventif sont donc essentiels dans la prise en charge de telles pathologies.

L'examen oculaire comprend un examen de la rétine au biomicroscope, un examen du cristallin et du segment antérieur de l'œil, une mesure de la pression intraoculaire et de l'acuité visuelle. Il est nécessaire de prendre des photographies standardisées de la rétine pour une lecture différée par un ophtalmologue. L'œdème maculaire est mesuré par tomographie de cohérence optique qui estime l'épaisseur de la rétine.

### 4) Diagnostic

L'examen du fond de l'œil est très important. Il permet d'évaluer initialement les microanévrismes, formant des petites taches rouges (ectasie de la paroi des capillaires rétiniens) qui est le signe le plus précoce de rétinopathie diabétique. La rupture de ces anévrismes cause des hémorragies. Il est possible d'étudier l'occlusion des capillaires qui est la source de l'ischémie rétinienne. Enfin, des accumulations extracellulaires de lipides appelés exsudats sont reconnaissables à leur couleur jaunâtres.

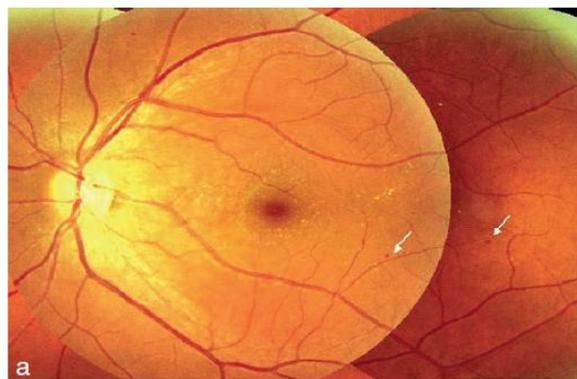


Figure 8 - Microanévrismes (Guidelines for Diabetic Retinopathy)



Figure 9 - Hémorragies rétiniennes (Guidelines for Diabetic Retinopathy)

Les signes d'atteintes plus sévères sont des nodules cotonneux dus à l'occlusion des artères rétiniennes terminales (hypertension artérielle non contrôlée), des irrégularités du calibre des veines, des capillaires dilatés et télangiectasiques établissant des ponts entre artérioles et veinules appelés anomalies microvasculaires intrarétiniennes (AMIR).



Figure 10 - Nodules cotonneux (Guidelines for Diabetic Retinopathy)



Figure 11 - Irrégularité du calibre des veines (Guidelines for Diabetic Retinopathy)



Figure 12 - Anomalies microvasculaires intrarétiniennes (Guidelines for Diabetic Retinopathy)

La néovascularisation prend son origine dans une région perfusée en amont d'une ischémie rétinienne et se développe dans le vitré. Elle favorise le décollement de la rétine lors de rétraction du vitré, les hémorragies et la formation d'un glaucome en empêchant la résorption de l'humeur aqueuse.

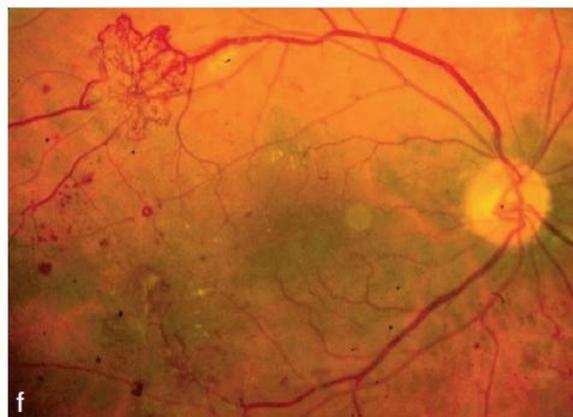


Figure 13 – Néovascularisation (Guidelines for Diabetic Retinopathy)

## 5) Traitement

Un traitement précoce et agressif est nécessaire afin de prévenir et limiter l'expansion de la maladie. Certaines périodes de la vie sont plus à risque que d'autres et demande une surveillance plus rapprochée : la puberté, la grossesse où un bilan préalable est vivement conseillé, un diabète non contrôlé depuis plusieurs années, une crise d'hypertension artérielle...

La clé du traitement des rétinopathies est l'équilibre glycémique, avec une hémoglobine glyquée inférieure à 7%, et ainsi que la normalisation de la pression artérielle.

Ensuite, un traitement au laser réduit le risque de cécité de plus de 50% et induit une diminution de la néovascularisation pour la majorité des patients (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016). Le laser détruit

des photorécepteurs, grands consommateurs d'oxygène, réduisant ainsi l'hypoxie rétinienne. Il favorise la circulation de l'oxygène à travers les différentes couches de l'œil. Cette technique, appelée panphotocoagulation rétinienne (PPR) est réalisée en ambulatoire.

Pour des cas plus avancés ou lors d'hémorragies à répétition, l'injection intraoculaire d'inhibiteurs du VEGF a fait ses preuves dans l'amélioration du pronostic visuel.

Le traitement de l'œdème maculaire est quant à lui plus complexe et nécessite la combinaison de toutes les techniques précédentes, avec une efficacité relative.

## **C - Néphropathies**

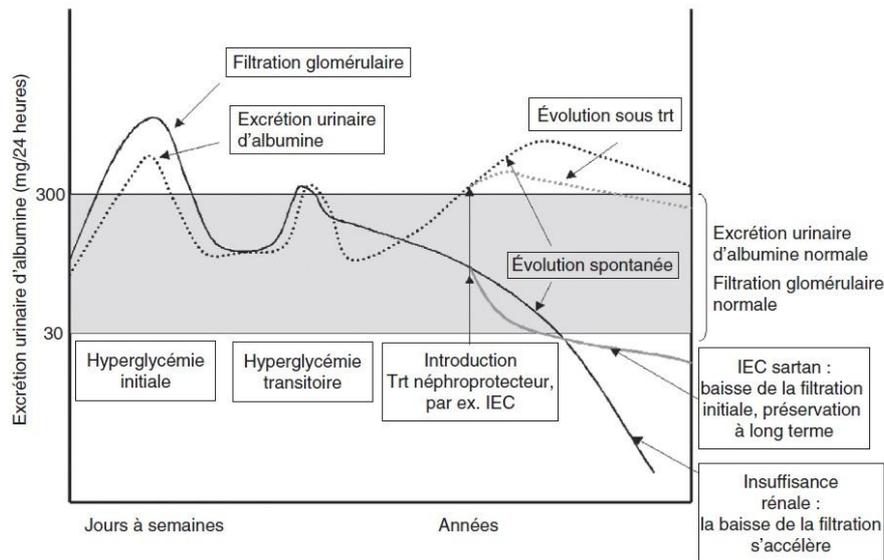
### **1) Épidémiologie**

D'après le Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, « Le diabète est la première cause d'insuffisance rénale terminale en Europe (12 à 30 %) ». Cette proportion est semblable être encore plus élevée aux États-Unis, due à l'incidence très importante du diabète de type 2. Les patients atteints de diabète de type 1 sont moins à risque que les autres diabétiques. Cependant, cette pathologie est responsable de 25 à 30% des décès des diabétiques de type 1, et augmente leur risque de développer une pathologie cardiovasculaire par 10.

### **2) Physiopathologie**

La néphropathie des personnes diabétiques consiste en une atteinte glomérulaire associée à une augmentation de la pression intraglomérulaire causée par la souffrance endothéliale comme vu précédemment. Les glomérules se dilatent et, dans un premier temps, les diabétiques présentent un phénomène d'hyperfiltration. Puis ils régressent progressivement, par l'épaississement de la membrane basale et la prolifération des cellules mésangiales. La filtration en est altérée et les patients présentent une albuminurie, toxique pour les segments distaux des néphrons.

De plus, le glucose présente une toxicité directe sur certains types cellulaires du néphron, qui s'ajoute aux facteurs hémodynamiques précédemment décrits.



**Fig. 22.18.** Histoire naturelle : évolution de l'excrétion urinaire d'albumine et de la filtration glomérulaire dans le diabète de type 1, spontanément ou sous l'influence de traitements néphroprotecteurs. La filtration glomérulaire et l'excrétion d'albumine varient longtemps parallèlement, jusqu'au stade de protéinurie où le déclin de la fonction rénale s'accélère. trt, traitement; IEC, inhibiteurs de l'enzyme de conversion. (D'après : Mogensen C. Diabetes 1983; 32 : 64-78.)

**Figure 14 - Evolution de l'albuminurie et de la filtration glomérulaire dans le diabète de type 1 (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, 2016)**

### 3) Diagnostic

A titre de dépistage, il est important de faire la recherche d'albumine dans les urines et d'établir le rapport albumine sur créatinine urinaire au moins une fois par an quel que soit le type de diabète.

Les signes cliniques sont très tardifs, et apparaissent lorsque la protéinurie est importante. Elle s'accompagne d'œdèmes par déplétion protéique.

A ce stade de la maladie, une rétinopathie est généralement présente et installée, surtout dans le diabète de type 1. De plus, la diminution du débit de filtration glomérulaire est un facteur de risque cardiovasculaire, qui se manifeste souvent par une hypertension artérielle rebelle aux traitements. De plus, les traitements mis en place favorisent une hyperkaliémie, ce qui nécessite la mise en place de mesures diététiques (hydratation, alimentation pauvre en potassium).

La biopsie rénale est possible mais reste réservée aux cas complexes ou d'aggravation soudaine.

Le Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques a établi une classification de ces néphropathies en fonction de leur gravité et de leurs expressions cliniques.

**Tableau XI - Classification des néphropathies diabétiques (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques)**

		Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Stade 5
Histoire naturelle	Caractéristiques	Hypertrophie rénale, hyperfiltration glomérulaire	Phase silencieuse	Néphropathie incipiens	Néphropathie	Insuffisance rénale
	Années après le diagnostic (schématique)	1	2-6	7-15	15-20	20-30
Albuminurie		Normale	Normale	Microalbuminurie (30-300 mg/24 h ou 20-200 mg/l)	Protéinurie (albuminurie > 300 mg/24 h ou 200 mg/l)	Protéinurie massive à faible lorsque la fonction rénale est profondément altérée
Pression artérielle		Normale	Normale	Peut être discrètement augmentée, perte de la baisse nocturne	Souvent élevée	Souvent élevée
Filtration glomérulaire		Élevée (de l'ordre de + 20 %)	Élevée à normale	Normale ou discrètement abaissée	Baisse de 10 ml/min/an en l'absence de traitement	Basse à effondrée
Histologie*		Hypertrophie glomérulaire sans signes en microscopie optique		Début d'expansion mésangiale diffuse	Poursuite de l'expansion mésangiale, épaissement de la membrane basale, constitution de nodules de sclérose, hyalinose artériolaire	Sclérose puis destruction glomérulaire et interstitielle,

\* Attention : la ponction-biopsie rénale n'est pas systématique.

## 4) Traitement

Le traitement primaire est celui de l'équilibre du diabète (HbA1c < 7%) et de l'hypertension artérielle associée (< 140mmHg).

Lors d'albuminémie, il est fréquent de prescrire des inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), préconisés dans le cadre du diabète de type 1, ou des antagonistes des récepteurs de type 1 de l'angiotensine II (sartans). En cas de macroalbuminurie, il est nécessaire d'associer à ce traitement un diurétique thiazidique pour rétablir la filtration glomérulaire ainsi qu'un inhibiteur calcique.

Ces traitements chimiques s'associent à des mesures hygiéniques, comme l'arrêt du tabagisme, la diminution des apports potassiques et sodiques et l'instauration d'un régime hypoprotéiné.

## D - Neuropathie diabétique

La prévalence de la neuropathie diabétique est de 50% chez les patients de plus de 65ans et de 50% chez les diabétiques dont la maladie évolue depuis au moins 20ans. Elle est plutôt tardive. Il est rare qu'un patient développer une neuropathie sans avoir contracté au préalable une rétinopathie.

### 1) Facteurs favorisants

L'équilibre du diabète et la durée de son évolution sont des éléments déterminants dans l'apparition d'une neuropathie. Elle fait partie intégrante de la triade des complications majeures du diabète : « Rétinopathie – Glomérulopathie – Neuropathie ». Il est cependant possible d'avoir une neuropathie isolée, compliquant un diabète ignoré, d'apparition soudaine ou à priori équilibré.

Ces pathologies touchent surtout les personnes de plus de 50ans, de sexe masculin et de grande taille. Des carences vitaminiques et minérales ainsi que la

présence de troubles circulatoires ou d'une insuffisance rénale favorisent l'apparition de telles pathologies. L'alcoolisme et le tabagisme sont des facteurs aggravants. Des variations brutales de la glycémie, souvent en direction d'un équilibre, sont annonciatrices d'une polyneuropathie aiguë motrice d'évolution globalement favorable.

## 2) Formes cliniques

### *Neuropathies sensorimotrices*

Les symptômes ont une progression ascendante dite « en chaussette ». La pathologie touche tout d'abord les fibres nerveuses les plus longues. Les membres distaux sont les plus touchés.

#### 1. Polynévrite symétrique distale

Touchant près de 40% patients atteints de diabète évoluant depuis plus de 25ans, elle est progressive et chronique. Malgré le retour un équilibre glycémique normal, les rémissions sont rares.

Elle se caractérise par une hypoesthésie tactile, thermique et proprioceptive, pouvant être associée à des paresthésies distales (fourmillements, chaleur...). La douleur peut se manifester sous forme « d'arc électrique », ainsi que par une sensation d'écrasement, de brûlure... Les réflexes achilléens sont fortement diminués, suivi plus tardivement par les réflexes rotuliens.

Elle peut se compliquer par de la neuroarthropathie. Cette dernière est définie par des microfractures qui, en l'absence de traitement, peuvent conduire à l'effondrement de la voûte plantaire.

#### 2. Mononévrite

Les mononévrites représentent un dixième des neuropathies dues au diabète. Les signes sont principalement moteurs déficitaires et des douleurs nocturnes.

Les membres inférieurs sont les plus touchés (cruralgies), ainsi que les nerfs oculomoteurs (nerfs III et VI plus que le IV). Cependant, les fibres intrinsèques du nerf crânien III sont épargnées de façon générale donc la réactivité pupillaire est conservée, dans le cas contraire il faudra envisager un anévrisme de la carotide interne ou une tumeur.

Le pronostic des mononévrites est bon de façon générale, avec une récupération complète en quelques mois. Il s'agit d'équilibrer le diabète et d'associer un traitement symptomatique de la douleur si nécessaire.

### *Polyneuropathies*

Bien plus fréquentes, elles représentent 80% des neuropathies secondaires à un diabète. Le plus souvent sensitive, elles sont majoritairement distales et touchent principalement les membres inférieurs.

Les signes cliniques sont des douleurs fréquentes, accentuées la nuit, avec des sensations de brûlures ou d'écrasement soudaines, des paresthésies et dysesthésies (fourmillements, démangeaisons...).

A l'examen neurologique, les réflexes achilléens et parfois rotuliens sont diminués voire absents, la sensibilité profonde est altérée, associée avec une sensibilité tactile et thermique modifiée. Ces altérations peuvent aller jusqu'à l'anesthésie du pied ce qui engendre souvent l'apparition d'ulcères puisque le patient ne sent plus la douleur.

Il est possible de réaliser un électromyogramme des membres distaux. Il présente un aspect marqué par le ralentissement de la conduction nerveuse et une diminution de l'amplitude des potentiels d'action des nerfs sensitifs puis moteurs. La douleur quant à elle ne peut être investiguée par cette méthode. L'électromyogramme est cependant rarement utile dans le diagnostic et le suivi des neuropathies diabétiques (Médecine Sorbonne Université).

### *Neuropathies autonomes*

Les neuropathies autonomes sont des complications des diabètes anciens et mal ou non contrôlés. La rémission est difficile, même en cas de normalisation de la glycémie.

#### 1. Neuropathie autonome cardio-vasculaire

Elle se manifeste par une tachycardie sinusale permanente, aux environs de 110 battements par minute, qui participe à l'intolérance à l'effort. Elle peut être responsable de mort subite par ischémie silencieuse et non douloureuse du myocarde.

#### 2. Neuropathie autonome vasomotrice

L'hypotension orthostatique, « définie comme une réduction de la pression systolique d'au moins 20 mmHg et/ou de la pression diastolique d'au moins 10 mmHg après trois minutes en position debout » (WAEBER 2013) est un des signes de la neuropathie autonome vasomotrice. Elle est associée avec des troubles de la microcirculation périphérique.

#### 3. Troubles de la sudation

Une anhydrose des membres inférieurs s'installe suite à des troubles de la régulation nerveuse. Elle cause une sécheresse cutanée favorisant l'installation de plaies qui cicatrisent avec difficulté.

#### 4. Neuropathie gastro-intestinale

Elle se manifeste par un ralentissement du transit, de la dysphagie, une gastroparésie (satiété rapide, régurgitations et vomissements). La pancréatite chronique peut être à l'origine de diarrhée hydrique post prandiale associée à une incontinence anale. Elle se résout en quelques jours à quelques semaines avec une alternance de constipation. Elle est très fréquente dans le diabète de type 1.

### 5. Neuropathie vésicale

Favorisée par la polyurie de l'hyperglycémie, elle se caractérise par un défaut de perception de la plénitude vésicale et par une diminution du tonus du muscle détrusor. Les mictions incomplètes sont à l'origine d'incontinence urinaire et favorisent les infections urinaires ascendantes.

### 6. Dysfonctionnement érectile

Dans les troubles de l'érection chez les patients diabétiques sont incriminés la fibrose des corps caverneux et une neuropathie du plexus pelvien.

Ils peuvent être les premiers signes d'une neuropathie autonome. Ce point est donc important d'aborder lors de l'interrogatoire du patient. Cette complication est fréquente, elle est retrouvée chez plus de 30% des hommes diabétiques, et se traite assez simplement avec l'injection intracaverneuse d'inducteurs de l'érection.

## 3) Diagnostic

L'interrogatoire du patient permet au clinicien de suspecter ou non la présence d'une douleur notamment plantaire. Un questionnaire a été mis en place par l'équipe de D. Bouhassira en 2004 afin d'aider le praticien à détecter la présence d'une neuropathie chez un patient diabétique.

## QUESTIONNAIRE DN4 : un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques

Pour estimer la probabilité d'une douleur neuropathique, le patient doit répondre à chaque item des 4 questions ci dessous par « oui » ou « non ».

QUESTION 1 : la douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?

	Oui	Non
1. Brûlure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sensation de froid douloureux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Décharges électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 2 : la douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?

	Oui	Non
4. Fourmillements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Picotements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Engourdissements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Démangeaisons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 3 : la douleur est-elle localisée dans un territoire où l'examen met en évidence :

	Oui	Non
8. Hypoesthésie au tact	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Hypoesthésie à la piqûre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 4 : la douleur est-elle provoquée ou augmentée par :

	Oui	Non
10. Le frottement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUI = 1 point      NON = 0 point      Score du Patient : /10

**Fig. 22.19.** Questionnaire DN4.

*Mode d'emploi :*

Lorsque le praticien suspecte une douleur neuropathique, le questionnaire DN4 est utile comme outil de diagnostic. Ce questionnaire se répartit en quatre questions représentant dix items à cocher :

- Le praticien interroge lui-même le patient et remplit le questionnaire.
- À chaque item, il doit apporter une réponse « oui » ou « non »
- À la fin du questionnaire, le praticien comptabilise les réponses, 1 pour chaque « oui » et 0 pour chaque « non ».
- La somme obtenue donne le Score du Patient, noté sur 10.

Si le score du patient est égal ou supérieur à 4/10, le test est positif (sensibilité à 82,9 % ; spécificité à 89,9 %). (D'après : Bouhassira D. et al. Pain 2004 ; 108 : 248–57.)

**Figure 15 - Questionnaire DN4 (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques)**

Tester la sensibilité plantaire à l'aide d'un monofilament permet de détecter une dénervation des grosses fibres mais 30% des neuropathies ne seraient pas dépistées par cette méthode.



**Fig. 22.20.** Examen des pieds au moyen du monofilament.

**Figure 16 - Technique du monofilament (Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques)**

Afin de détecter le plus précocement une dénervation cardiaque, il est conseillé de réaliser un électrocardiogramme par an en cas de diabète. Ensuite, l'étude de la variation de la fréquence cardiaque lors de l'inspiration et de l'expiration profonde renseigne sur la dénervation cardiaque parasympathique partielle. La différence entre la fréquence cardiaque inspiratoire maximale et la fréquence cardiaque expiratoire minimale doit être supérieure à 15, et elle est sensiblement anormale lorsqu'elle est inférieure à 10. Ce test est considéré comme le plus sensible.

Il est possible d'utiliser l'épreuve de Valsalva en complément. Lors d'une expiration forcée à glotte fermée, une dérivation de l'électrocardiogramme est enregistré et le rapport entre l'espace RR le plus long et l'espace RR le plus court est considéré anormal lorsqu'il est inférieur à 1,20.

#### **4) Traitement**

Il est tout d'abord essentiel d'équilibrer le diabète en tout premier lieu. Ensuite, contrôler les facteurs favorisants tels que l'alcoolisme, le tabagisme ou l'insuffisance rénale est bénéfique au patient.

En ce qui concerne la douleur associée à ces neuropathie, l'utilisation d'antalgiques simples suffit la plus part du temps. Il est possible d'ajouter des antidépresseurs tricycliques sauf contre-indications. Certains anti-convulsivants ont la propriété de potentialiser l'action des antidépresseurs.

Enfin, il est important de ne pas oublier de prévenir la déshydratation cutanée par l'application de crème afin de préserver la barrière épidermique.

### **E - Macroangiopathie**

La macroangiopathie est une atteinte vasculaire, notamment des artères musculaires. Son expression chez les patients diabétiques est caractérisée par une grande précocité, une haute fréquence d'apparition et une grande sévérité. La paroi des vaisseaux subit une calcification diffuse appelée médiocalcose.

#### **1) Epidémiologie**

Ce type de pathologies est surtout retrouvé chez les patients atteints de diabète de type 2. Selon le Collège des Enseignants d'Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques, le risque de développer une pathologie cardiovasculaire de façon globale est majoré de 2 à 3 fois par le diabète, mais ce risque est multiplié par 5 à 10 en ce qui concerne le risque d'oblitération des artères des membres inférieurs. Enfin, le risque de décès par arrêt cardiovasculaire est multiplié par 2 à 3 chez les patients diabétiques.

Ces pathologies touchent de façon générale les hommes de plus de 50ans et les femmes de plus de 60ans, dont le diabète évolue depuis plus de 10ans. La présence d'antécédents familiaux d'accident cardiovasculaire est un facteur aggravant, tout comme le tabagisme, l'hypertension artérielle, une hyperlipidémie et une albuminurie. L'obésité, la sédentarité, l'alcoolisme sont aussi des facteurs de risque à prendre en compte.

## 2) Physiopathologie

L'hyperglycémie, comme vu précédemment, provoque une souffrance endothéliale par le biais d'un stress oxydatif qui déborde les mécanismes de défense intracellulaires.

## 3) Diagnostic

Le dépistage d'une coronopathie se fait par le biais d'un électrocardiogramme annuel au repos, ainsi qu'à l'aide d'une scintigraphie myocardique couplée à une épreuve à l'effort. L'interrogatoire au préalable du patient permet d'analyser son niveau de risque.

Une atteinte carotidienne s'évalue à l'auscultation des carotides et en réalisant une échographie Doppler de ces vaisseaux.

Une inspection des pieds avec recherche du pouls et évaluation de la claudication permet de dépister une éventuelle artériopathie des membres inférieurs. Une mesure de l'indice de pression systolique cheville/bras ou IPS, qui est le rapport entre la pression artérielle systolique mesurée au bras et celle mesurée à la cheville, renforce une suspicion d'artériopathie lorsqu'elle est inférieure à 0,7 sur un patient en décubitus.

Enfin, il est important de suspecter un infarctus de myocarde en cas de symptômes douloureux mais aussi lors de troubles digestifs inexpliqués, d'asthénie aggravée, d'arythmies, d'un déséquilibre soudain du diabète, d'une baisse de la pression artérielle. La fréquence des ischémies myocardiques silencieuses chez les diabétiques de moins de 65ans est très importante, 1,8 fois plus importante que chez les sujets non diabétiques. Les sujets les plus à risque sont ceux présentant une atteinte rénale ou vasculaire autre. De plus, une neuropathie peut renforcer le caractère indolore de l'ischémie myocardique.

## 4) Traitement

Comme toutes les autres complications, le point essentiel est le contrôle du diabète. Les dernières recommandations HAS préconisent un seuil d'HbA1c (hémoglobine glyquée) inférieur à 7% pour diminuer le risque d'angiopathie.

Au niveau des mesures hygiéniques, une activité physique adaptée ainsi qu'une réduction du tabagisme et de l'alcoolisme et une perte de poids sont recommandées.

Réduire la concentration plasmatique en LDL-Cholestérol, idéalement en dessous de 1g/L, permet de diminuer le risque de troubles cardio-vasculaires. Afin d'atteindre cet objectif, un traitement médicamenteux doit être associé à un régime pauvre en graisses d'origine animale.

Le contrôle de la pression artérielle, où la pression artérielle systolique doit être comprise entre 130 et 139 mmHg, passe par un traitement antihypertenseur

(bêtabloquant cardio-sélectif, diurétique thiazidique, inhibiteur de l'enzyme de conversion, inhibiteur calcique, ARA II) lorsque les mesures hygiéniques ne suffisent pas.

La prescription de faibles doses d'aspirine (75 à 150mg) permet de prévenir le risque thrombotique chez les patients les plus à risque.

## F - Comas

### 1) Acido-cétosique

#### *Définition et mécanisme*

Ce coma est une complication rare du diabète. Son incidence est comprise en 2 et 3% par an. Il se définit par une acétonurie associée à une glycosurie importante et une hyperglycémie marquée (supérieure à 2,5 g/l).

Il peut être causé par d'un déficit absolu en insuline. Dans les cas de diabètes de type 1, il peut survenir au début de l'expression de la maladie dans 10% des cas.

La diminution d'insuline en période inter-prandiale stimule le catabolisme, au niveau du muscle cardiaque notamment. Il utilise des acides gras en provenance du tissu adipeux et les corps cétoniques produit par leur métabolisme hépatique. Cependant le foie ne peut fournir que la moitié du glycogène nécessaire à l'activité cérébrale quotidienne, le reste était produit par néoglucogenèse hépatique. Normalement, ce catabolisme est contrôlé par une sécrétion basale d'insuline selon le mécanisme suivant :

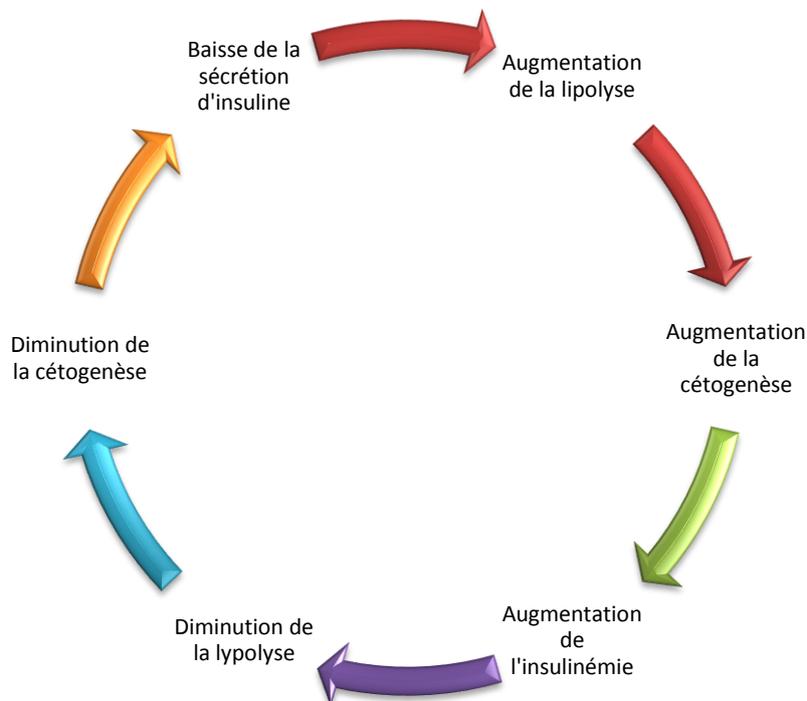


Figure 17 - Rétrocontrôle de l'insuline sur la cétogenèse (Médecine Sorbonne Université)

Dans le cas d'un diabète de type 1, la lipolyse échappe à ce rétrocontrôle par absence d'insuline, donc la cétonémie est très élevée. L'hyperglycémie est alors causée par l'absence de transport du glucose dans les adipocytes et les cellules musculaires, à l'augmentation de la glycogénolyse hépatique et à la néoglucogenèse à partir des acides gras et des acides aminés.

### *Conséquences de l'hyperglycémie*

Elle induit une hyperosmolarité extracellulaire qui favorise une fuite d'eau et de potassium vers le compartiment extracellulaire à l'origine d'une hypervolémie. Cela augmente le débit de filtration glomérulaire associé avec une glycosurie. Cette diurèse osmotique entraîne secondairement une hypovolémie et une insuffisance rénale pré-rénale.

### *Conséquences de la carence en insuline*

En inhibant la lipase adipocytaire, l'insuline est une hormone anti-lipolytique. Un déficit majeur en insuline induit une augmentation de la lipolyse et la libération d'acides gras libres transformés en corps cétoniques (acide acéto-acétique et acide  $\beta$ -hydroxybutyrique) par le foie. En l'absence d'insuline, ces corps cétoniques sont moins utilisés par l'organisme et cela conduit à l'augmentation de la cétonémie et à une cétonurie.

Ces corps cétoniques sont des acides forts provoquant une acidose métabolique lors d'une cétonémie dépassant les mécanismes de compensation. Leur élimination rénale est responsable d'une perte de sodium et de potassium. Cependant, elle est diminuée à cause de l'hypovolémie évoquée précédemment. Une élimination respiratoire est possible mais tardive. Elle provoque une odeur caractéristique de l'haleine.

L'acidose est responsable d'une dépression respiratoire, d'une diminution de la contractilité myocardique et d'une diminution du tonus vasculaire. Elle peut finalement conduire à un collapsus cardiovasculaire.

### *Signes cliniques et traitement*

Dans la phase de cétose, les troubles sont surtout digestifs avec des nausées et des vomissements. Ensuite, la phase d'acido-cétose est définie par l'association de la dyspnée de Kussmaul avec des troubles de la conscience et une déshydratation.

L'évaluation de la kaliémie possède une valeur pronostique. La régression sous traitement doit se faire en 24 à 48h. Dans le cas contraire, le risque d'œdème cérébral est important.

Afin de prévenir ce trouble métabolique, il est important que les patients conservent une observance stricte de leur traitement même en cas d'inappétence et qu'ils soient à même de reconnaître les signes avant-coureurs de la pathologie et ainsi réaliser une injection supplémentaire d'insuline rapide.

Dans le cas où le coma est installé, il est nécessaire de rétablir une insulïnémie suffisante, couplée à une fluidothérapie correctrice enrichie en potassium et en glucose.

## 2) Hyperosmolaire

Le coma hyperosmolaire correspond à la décompensation par déshydratation massive d'un sujet âgé atteint d'un diabète de type 2. Il apparaît lorsque la prise de boissons sucrées ne compense plus la polyurie. Il induit 20 à 40% de mortalité dans ces cas-là.

Les signes cliniques majeurs sont la déshydratation importante avec des troubles de la vigilance.

Le traitement passe par une fluidothérapie progressive et une correction de la glycémie.

## Conclusion

Le diabète est une maladie chronique nécessitant un traitement lourd et contraignant à vie. Equilibrer la glycémie peut être difficile et les complications sont nombreuses et peuvent s'avérer plus handicapantes que la maladie elle-même. Ce sont ces pathologies secondaires à l'hyperglycémie chronique, ainsi que les risques liés au traitement lui-même que les patients redoutent le plus. Un suivi régulier de la glycémie au cours de la journée est essentiel mais parfois insuffisant chez certains patients. L'utilisation de chiens pour assister ces personnes dans leur quotidien et les avertir en cas de modification anormale de la glycémie est un outil supplémentaire qui peut compléter les moyens médicaux déjà mieux en œuvre et apporter plus de sérénité aux patients.

# Troisième partie : Le chien d'assistance pour les enfants atteints de diabète de type 1

---

## I – Chien d'assistance : sélection et éducation

### A – Historique

#### 1) Capacité du chien à détecter les hypoglycémies

L'idée d'utiliser des chiens dans la détection des crises d'hypoglycémie chez les patients diabétiques a vu le jour suite à la description de cas spontanés où des chiens de compagnie ont montré une certaine sensibilité lors des variations de glycémie de leur maître.

Le premier cas répertorié date de 1970. La patiente avait 34 ans et elle était traitée par insulinothérapie (41 unités par jour) pour son diabète de type 1 compliqué d'une rétinopathie et d'une néphropathie. Elle ne fumait pas, buvait très peu d'alcool. En moyenne, elle présentait 2 crises d'hypoglycémie par semaine avec une sudation majorée, des maux de tête incoercibles et un état de conscience diminué. Lors des épisodes nocturnes, ces signes ne la réveillaient pas. Sa chienne Golden Retriever de 3 ans lui semblait très perturbée durant les crises. Durant la journée, elle faisait les cent pas dans la maison, posait sa tête sur les genoux de la jeune femme, et la nuit elle se mettait à aboyer et à gratter à la porte. La chienne ne se calmait qu'au retour normal de la glycémie. Les prises de sang lorsque la chienne présentait de tels comportements révélaient une glycémie entre 1,6 et 1,9 mmol/L (0,29 à 0,34 g/L).

Le deuxième cas s'est déroulé en 1979. La malade de 66 ans suivie pour un diabète de type 2 depuis 8 ans, était traitée par deux injections quotidiennes d'insuline pour un total de 38 unités par jour. Le suivi de la glycémie était quotidien. Elle ne présentait pas de complications liées à son diabète et ne fumait pas ni ne buvait d'alcool. Elle remarquait depuis quelques années une recrudescence des crises d'hypoglycémie qui devenaient de plus en plus fréquentes et violentes avec de la sudation importante, de la faiblesse, de l'anxiété et de l'irritabilité. Le ressenti de l'hypoglycémie était assez précoce pour qu'elle puisse intervenir rapidement. Elle rapportait que sa chienne croisée de 9 ans présentait un comportement étrange juste avant l'apparition des symptômes d'une crise. Elle courait, sautait dans toute la pièce pour finir par se cacher sous une table et n'en ressortir que lorsque la crise était passée. La glycémie lors de l'expression de ce comportement était d'environ 1,5 mmol/L (0,27 g/L).

Le dernier cas spontané de la publication remonte à 1995. Une femme de 47 ans présentant un diabète de type 2 se voit dans la nécessité de suivre une insulinothérapie en 2 injections pour un total de 28 unités par jour. Elle présentait deux épisodes d'hypoglycémie par semaine, avec des signes neurovégétatifs assez marqués (sudation important, fatigue, confusion). Lors de ses crises nocturnes, sa chienne croisée de 7 ans

venait réveiller la patiente et ne retrouvait son calme qu'une fois la crise passée. Durant la journée, elle empêchait sa maîtresse de sortir de la maison lorsqu'elle présentait la survenue d'une crise. Ces comportements s'exprimaient majoritairement durant des périodes où la patiente ne présentait aucun signe avant-coureur d'hypoglycémie, malgré que la valeur de sa glycémie soit autour des 2 mmol/L (0,36 g/L) (CHEN, 2000).

Ces trois cas, retranscrit dans le cadre d'un « case report » écrit par M.CHEN en 2000, ne sont pas les seuls détaillés dans la littérature. Certains chiens semblent susceptibles de détecter des signes d'hypoglycémie avant même que le patient n'en ressente lui-même les effets.

Des mesures de sensibilité et de spécificité du chien à détecter les crises ne peuvent être réalisées sur de tels cas et le mécanisme de détection n'est pas encore bien documenté. Cependant il apparaît que le chien n'a pas besoin d'un contact physique avec son maître pour l'alerter contre la survenue d'une crise. Des modifications olfactives de la sueur sont suspectées, associées à des trémulations musculaires et à des modifications subtiles du comportement du malade. Cette association de signes semble être à l'origine du déclenchement de l'alerte par le chien.

Ces premiers cas spontanés encouragent l'étude plus approfondie du mécanisme de détection de l'hypoglycémie par le chien. Il apparaît alors que le chien peut ainsi être dressé dans le but d'aider les patients diabétiques dont les signes neurovégétatifs sont frustrés et dont les crises nocturnes sont fréquentes et dangereuses.

## 2) ACADIA

ACADIA est une association fondée en 2015 par Arnaud Bertrand et sa femme Solène. Parents d'un petit garçon diabétique, ils ont découvert l'existence de chien d'alerte aux Etats-Unis et ont décidé d'importer cette pratique en France. Ils se sont associés à Jennifer Cattet, éducatrice canine spécialisée dans les chiens d'alerte pour diabétique implantée aux Etats-Unis. Elle a notamment collaboré avec plusieurs chercheurs afin d'étudier les capacités de ces chiens d'assistance spécialisés dans la détection des hypoglycémies et des hyperglycémies.

L'association a deux buts principaux. Le premier est un projet scientifique ayant pour objectif de déterminer la capacité de détection des variations de glycémie par des chiens dont la formation est achevée. De plus, cette étude a pour ambition de mesurer l'impact d'un chien d'alerte sur l'équilibre glycémique et sur la qualité de vie du patient. Le deuxième pan du projet est la formation d'éducateurs canins sur tout le territoire français et de chiens d'assistance qui pourront être placés auprès d'enfants diabétiques.

ACADIA cherche à faire reconnaître ces chiens d'alerte en France en s'appuyant sur des données scientifiques recevables. Ils souhaiteraient de plus que ces animaux reçoivent l'autorisation de suivre leur maître dans tous les lieux publics au même titre que les chiens guides d'aveugle ou les chiens pour personnes handicapés.

L'association propose un accompagnement des familles dans cette démarche innovante en France même après la remise du chien.

## B – Rôle et qualité du chien d'assistance (BOTTET, 2005)

### 1) Rôles du chien d'assistance

#### *Aide au quotidien*

La présence du chien d'assistance a pour objectif de donner plus d'autonomie à la personne diabétique et d'améliorer sa qualité de vie. Il rassure de par sa nature calme et sereine, le patient se sent moins seul même si le chien d'assistance n'a pas pour but de remplacer un suivi médical régulier et une autosurveillance glycémique quotidienne.

Le chien est sensibilisé à la détection des hypoglycémies et des hyperglycémies, ce qui en fait un outil d'alerte supplémentaire, associé au ressenti de la personne et au suivi de glycémie au cours de la journée. Ainsi, il est plus aisé pour le malade d'appréhender les crises en amont et de les traiter ou au besoin, de consulter rapidement son médecin. Le chien devient un appui technique et psychologique pour le diabétique. Par sa présence, il apaise l'inquiétude vis-à-vis des crises car le patient n'est plus seul face à la maladie.

#### *Rôle affectif*

Le chien possède un pouvoir d'apaisement sur l'être humain. Attentionné, à l'écoute, il ne porte pas de jugement moral sur la personne qui ne se sent plus malade dans le regard de son chien.

Ce pouvoir est décuplé chez les enfants qui cherchent un ami, un confident à qui confesser tous ses secrets.

#### *Rôle stimulant*

L'animal encourage l'enfant à s'ouvrir à son environnement et à plus communiquer avec son entourage. L'expression vocale des peurs et des doutes du jeune patient est importante dans l'acceptation de la maladie. Il est important que l'enfant ne s'enferme pas dans son isolement au risque de diminuer sa qualité de vie et son observance. Le chien est là pour l'encourager dans l'autre voie.

Le chien est dépendant de l'être humain. Il ne peut subvenir seul à ses besoins physiologiques. Cette responsabilité qu'à l'enfant envers son chien va lui permettre de se sentir plus important et de le valoriser. De ses actes dépend la bonne santé de son animal et ainsi il va prendre de l'assurance et avoir une meilleure estime de lui-même.

#### *Catalyseur social*

Le chien devient un catalyseur social entre l'enfant diabétique et les enfants de son âge. Il facilite l'interaction et rassure aussi bien le patient que ses camarades. Le diabétique change de statut : d'enfant différent il devient source d'intérêt et des liens d'amitié peuvent se créer plus facilement.

### 2) Qualités du chien d'assistance

Dans le cadre d'un chien d'assistance pour diabétique, l'animal ne doit pas être trop encombrant pour pouvoir suivre son maître dans tous ses déplacements. Le reste des caractères physiques n'entre pas en compte dans le choix du chien.

Cependant, les chiens de catégorie et les races connotées par certains aprioris, telles que le Berger Allemand qui peut faire peur au grand public, sont à éviter. Le chien d'assistance doit inspirer confiance et sécurité à son maître mais aussi au plus grand nombre.

L'animal d'assistance doit être sain et exempt de tare héréditaire afin de ne pas représenter de charge supplémentaire pour la famille. Les chiens sélectionnés sont tous stérilisés à la puberté afin d'éviter les comportements sexuels indésirables (BOTTET, 2005).

Le point le plus important dans le choix du chien est son profil comportemental. Quelques soient ses origines, il doit être proche de l'homme, rechercher son contact et être facile à éduquer et à socialiser. Il doit posséder une grande adaptabilité pour pouvoir faire face à tous types de situations. De plus, il doit être capable d'apprendre à détecter les variations de glycémie et donc présenter une bonne capacité à se concentrer et à réfléchir face à une situation inconnue.

Tableau XII - Caractères recherchés et indésirables chez un chien d'assistance (ANDRIEU 2004)

Caractères recherchés	Caractères indésirables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilité émotionnelle</li> <li>- Résistance au stress</li> <li>- Obéissant</li> <li>- Attentif et volontaire</li> <li>- Motivation pour le jeu et la nourriture</li> <li>- Compréhension rapide et bonne mémorisation</li> <li>- Grande capacité de concentration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excitabilité</li> <li>- Emotivité</li> <li>- Agitation</li> <li>- Caractère craintif ou indépendant</li> <li>- Faible motivation</li> <li>- Manque d'autocontrôles</li> <li>- Tendance destructrice</li> </ul>

Ainsi, dans de nombreux pays tels que l'Autriche ou les Etats-Unis, les chiens les plus utilisés sont des chiens de type Labrador ou Golden Retriever. Leur taille moyenne, leur grande douceur et leur excellente capacité d'apprentissage en font des chiens de choix pour devenir chien d'assistance.

## C – Sélection des chiens

### 1) Elevage ou refuge ?

La sélection des chiens d'assistance se fait sur des critères très stricts, que nous avons évoqués précédemment. Selon les pays et les associations qui s'occupent de chiens d'alerte pour enfants diabétiques, cette sélection se fait soit à l'achat des chiots chez des éleveurs choisis avec le plus grand soin, soit dans des refuges.

En élevage, il est plus simple de d'écarter les lignées porteuses de tares héréditaires et de ne choisir que les chiots issus de parents exempts de ces tares et eux-mêmes présentant des comportements appréciables. Ensuite les chiots subissent une série de tests afin d'écarter ceux présentant des caractères indésirables.

Dans les refuges, la sélection se fait en fonction de l'historique de l'animal s'il est connu et s'appuie sur des tests comportementaux afin de cerner le caractère de l'animal. Ces tests sont à interpréter en fonction de la race de l'animal, de son âge et de son passé.

## 2) Tests comportementaux

Les chiens sont sélectionnés par un éducateur canin diplômé et formé par l'association. Les tests effectués diffèrent suivant si l'animal est chiot ou adulte.

### *Tests de nichée de TOMAN (ANDRIEU, 2004)*

Ce test est réalisé sur des chiots d'au moins six semaines, examinés par l'éducateur seul dans un environnement inconnu. Il permet de classer les chiots en quatre catégories.

#### **1) Observation du comportement individuel des chiots :**

- **L** : n'aboie pas et explore
- **F** : aboie contre L et essaie de jouer
- **G** : reste immobile et semble perdu
- **A** : tourne en rond, pleure et se déplace en rampant.

*Après dix minutes :*

- **L et F** : jouent ensemble
- **G** : se joint à L et F mais en cas de problème s'éloigne en rampant
- **A** : idem que dix minutes auparavant, évite les autres.

*L'éleveur s'approche des chiots :*

- **L** : regarde à distance
- **F** : s'approche sans précipitation ;
- **G et A** : courent les premiers vers lui.

#### **2) Une bouteille vide est jetée au milieu des chiots sans les toucher :**

- **L** : se précipite pour explorer et mordre l'objet
- **F** : marche prudemment autour de l'objet, puis joue avec
- **G** : reste sur place et s'éloigne en gémissant
- **A** : s'effraye et s'éloigne. Même après le retour au calme il n'approchera pas l'objet.

#### **3) L'éducateur émet un bruit inconnu :**

- **L** : regarde autour de lui étonné
- **F** : légère peur
- **G** : peur moyenne
- **A** : panique importante, cherche à fuir.

#### **4) Un réveil est placé au milieu de l'aire, puis il sonne.**

- **L** : commence rapidement à explorer l'objet
- **F** : fuit, s'arrête le premier et attend
- **G** : fuit et reste craintif vis à vis de l'objet
- **A** : fuit et reste paniqué.

#### **5) L'éleveur s'assoit au milieu de l'aire :**

- **L** : ne s'y intéresse pas
- **F** : reste à proximité
- **G et A** : viennent vers l'éleveur et sautent sur lui.

#### **6) La mère est introduite dans l'aire où l'éleveur est toujours présent :**

- **L** : cherche à téter sa mère
- **F** : rejoint sa mère après L

- **G** : se range après les autres
- **A** : prend la dernière place.

### 7) Une gamelle pleine est donnée aux chiots :

- **L** : mange en premier sans conflit et s'arrête lorsqu'il est repu
- **F** : change régulièrement de place sans s'interrompre
- **L et F** un peu plus âgés : chassent les autres même s'ils sont rassasiés
- **G et A** : se disputent.

### Conclusion :

Il est alors possible de distinguer quatre types de caractère chez les chiots :

- **L = Leader** : chien de type chef de meute ;
- **F = Féal** : chien docile et obéissant ;
- **G = Glacé** : chien de type insensible et indifférent ;
- **A = Asocial** : chien de type peureux et farouche.

Le type recherché en chien d'assistance est le type F : c'est un chien docile et obéissant, proche de l'homme et intéressé par l'interaction.

Cependant, afin d'affiner la sélection, il est préférable d'effectuer des tests individuels sur les chiens destinés à devenir chien d'assistance.

### *Tests de CAMPBELL (ANDRIEU, 2004)*

Il permet d'évaluer chaque chiot séparément dans un environnement inconnu.

#### 1) Attraction

Le chiot est posé et l'éducateur s'éloigne un peu :

- **dd** Vient immédiatement, queue dressée, saute et mordille les mains
- **d** Vient immédiatement, queue dressée, gratte les mains
- **e** Vient immédiatement, queue dressée
- **s** Vient en hésitant, queue baissée
- **i** Ne vient pas

#### 2) Aptitude à suivre

L'examineur se déplace lentement dans le champ visuel du chiot.

- **dd** Suit immédiatement, queue dressée, court dans les pieds, mordille les pieds
- **d** Suit immédiatement, queue dressée, court dans les pieds
- **e** Suit immédiatement, queue baissée
- **s** Suit en hésitant, queue baissée
- **i** Ne suit pas ou s'éloigne

#### 3) Acceptation de la contrainte

L'examineur met doucement le chiot sur le dos pendant 30 secondes.

- **dd** Se débat vigoureusement, se tortille et mordille
- **d** Se débat vigoureusement et se tortille
- **e** Se débat puis se calme
- **s** Ne se débat pas, lèche les mains

#### 4) Acceptation de la domination

L'examineur caresse le chiot, placé en position du sphinx, en exerçant une pression sur la tête et le dos.

- **dd** Se lève, griffe, grogne et mord
- **d** Se lève, griffe
- **e** Reste couché, lèche les mains
- **s** Roule sur le dos, lèche les mains
- **i** S'éloigne et reste à distance

#### 5) Position soulevée

L'examineur soulève le chiot pendant 30 secondes.

- **dd** Se débat vigoureusement, mord, grogne
- **d** Se débat vigoureusement
- **e** Se débat, se calme et lèche les mains
- **s** Ne se débat pas, lèche les mains

#### Conclusion

Selon Campbell, ces tests classent les chiens en plusieurs catégories :

- dominant agressif : deux notes dd ou plus de deux notes dd. Cet animal présente un risque de morsure lors de contrainte physique. Il n'est donc pas adapté à un travail avec des enfants. Il est conseillé de placer ces chiens chez des personnes ayant une expérience en éducation positive.
- dominant extraverti : trois notes d ou plus de trois notes d. Ce type de chien peut réagir de façon agressive vis-à-vis d'une situation inconnue. Cependant, grâce à une éducation positive et douce, il est susceptible d'apprendre et d'interagir dans le calme.
- équilibré : trois ou plus de trois notes e. Cette catégorie d'individus est très malléable et adaptable. C'est le type de chiens recherchés en zoothérapie.
- soumis : deux ou plus de deux notes s, surtout des notes plusieurs i. Peureux, ce chien peut mordre pour mettre à distance la chose effrayante. Une éducation positive et rassurante est nécessaire pour lui donner confiance en lui.
- mal socialisé : deux ou plus de deux notes i, surtout dans le test 4. Ce type de chien est imprévisible et donc non utilisé comme chien d'assistance.
- test non concluant : résultats contradictoires (notes dd associées à des notes s...)

Ce test est difficile à réaliser concrètement car les comportements observés sont rarement ceux décrits dans les épreuves. Il est donc important d'associer ces conclusions avec celles d'autres tests.

Ce genre de tests permet d'avoir un premier avis sur le caractère général du chiot. Il peut être nécessaire de les réitérer à quelques semaines d'intervalle afin de mieux apprécier les conclusions apportées par ces examens et affiner la sélection. Ces tests sont un moyen de mettre une note objective sur le chiot mais le ressenti et la subjectivité de l'éducateur influe beaucoup sur le choix.

Ce type d'évaluation peut être extrapolé aux chiens adultes en refuge. Il est cependant essentiel de coupler les conclusions apportées par les tests avec l'historique connu du chien. Cela permet de mieux comprendre certaines réactions qui pourraient

être corrigées par de l'éducation positive. Enfin, il est nécessaire de faire réaliser une visite médicale complète du chien avant de l'intégrer au programme de formation afin d'exclure toute pathologie sous-jacente.

## **D – Education d'un chien d'assistance**

### **1) Principes généraux d'éducation canine (BOTTET, 2005)**

Avant d'être un chien d'assistance, le chien est simplement un chien de compagnie qui doit cependant avoir une bonne éducation générale afin de suivre son maître partout au quotidien.

#### *Communication*

Afin d'éduquer un chien, il est fondamental d'en connaître les moyens de communication. L'humain doit utiliser un codage compréhensible par le chien. La communication non verbale est plus puissante chez le chien que l'utilisation des mots. La position du corps, les gestes et les expressions faciales sont donc des outils très utiles en éducation canine. Cependant, pour un côté pratique vis-à-vis de l'humain, il est possible de rajouter des mots sur ces gestes. L'animal est capable d'associer un mot à un comportement. Néanmoins, l'intonation et l'intention entrent aussi en ligne de compte dans l'interprétation de l'ordre par le chien.

Tout type de communication doit être clair envers le chien. Il ne s'agit pas de sourire en donnant une punition, les messages seraient alors en contradiction. Un ordre doit être un mot clair, unique et facile à discriminer pour le chien. Par exemple, si le mot de rappel est « Viens », il est inutile de demander à l'animal « Ici », « Là » qui ne correspondent à rien dans son répertoire comportemental. De même, donner un mot isolé plutôt que noyer dans une phrase est beaucoup plus clair pour l'animal et plus facilement compréhensible. Enfin, il est important de choisir des mots bien distincts pour des comportements différents afin d'éviter toute confusion.

#### *Méthode d'apprentissage*

##### **1. Renforcement positif**

Le chiot apprend au cours de son développement par un enchaînement d'essais-erreurs. Les techniques d'apprentissage sont basées sur ce principe : lorsque l'animal exprime un comportement désirable, il est récompensé par une friandise. Par répétition, il comprend qu'à chaque fois qu'il exécute correctement l'ordre demandé il obtient une récompense. Il est possible ensuite d'associer à ce renforcement primaire des renforcements secondaires : voix, caresse... Ces dernières vont petit à petit remplacer la friandise et suffiront à elles-seules à valider le comportement.

L'éducation d'un animal doit avoir un côté ludique : le chien a envie de travailler car l'apprentissage se fait dans un environnement positif et encourageant. Il faut cependant éviter que l'animal ne fasse trop d'erreur et se décourage : dans ce cas il peut être nécessaire de diminuer le niveau d'exigence et valider un effort dans le sens de ce qui est demandé. La répétition de la série mot-geste-récompense va permettre au chien d'associer la gestuelle au comportement puis le mot à la séquence comportementale.

Une fois un ordre acquis, il faut tout de même répéter régulièrement la séquence car le chien peut oublier le comportement s'il n'est pas utilisé de temps en temps.

## 2. Renforcement négatif

Le renforcement négatif est utilisé lorsqu'il est surpris en train de réaliser un comportement indésirable (uriner dans la maison, détruire un objet...). Il doit être puni immédiatement afin qu'il soit capable d'associer le comportement à la punition. Cependant la punition ne doit pas être trop aversive pour ne pas créer un climat de peur entre l'éducation et le chien, mais suffisamment pour marquer le comportement d'une note négative. Parler d'une voix grave et forte, exprimer la colère sur son visage ou prendre par la peau du coup comme le ferait la mère utilisent les différents canaux de communication que le chien peut décrypter. De même, l'apprentissage nécessite plusieurs répétitions pour être ancré au répertoire comportemental de l'animal.

## 2) Education spécifique

Les techniques précises d'apprentissage à la détection des hypoglycémies et des hyperglycémies sont des données confidentielles, propriétés des éducateurs professionnels spécialisés qu'il ne m'est pas permis de dévoiler dans cette thèse.

Cependant, cet apprentissage présente des similitudes avec les techniques utilisées par les brigades cynophiles dans la détection des drogues et des explosifs.

La première étape est d'apprendre au chien à reconnaître l'odeur de la sueur d'un enfant représentée par une chiffonnette placée dans un bocal. La collection des prélèvements se fait en frottant une gaze sur le front et l'arrière de la nuque des patients. Ces échantillons sont ensuite placés dans un conteneur marqué de la glycémie instantanée mesurée et stockés au réfrigérateur. Une séance d'apprentissage se déroule dans une salle neutre. Des bocaux identiques avec des chiffonnettes similaires sans odeur particulières sont disposés au sol devant le chien. L'éducateur l'encourage à s'intéresser aux objets et lorsque le chien s'arrête sur le bocal avec la chiffonnette de l'enfant, il est fortement récompensé par le jeu ou la friandise. Lorsque le chien reconnaît systématiquement le bon bocal en y portant plus d'intérêt qu'aux autres, il est possible de passer à l'étape suivante.

Lorsqu'il a appris à reconnaître l'odeur parmi plusieurs leurres, il est alors possible d'affiner sa détection en plaçant une chiffonnette prélevées chez des enfants en hypoglycémie parmi des gazes d'enfants normoglycémiques. Il est alors essentiel de procéder par petites étapes et de laisser au chien des temps de pause pour limiter la frustration en cas d'erreur. Des moments de récupération entre chaque exercice sont nécessaires pour éviter une saturation olfactive qui limiterait l'efficacité du chien. Il s'agira alors d'introduire un code d'alerte pour chaque situation, soit s'asseoir fixement devant son maître, soit aboyer, soit poser sa patte sur les genoux, ou encore toucher son maître avec sa truffe, suivant la volonté de l'éducateur. La taille des bocaux est augmentée progressivement, et les prélèvements doivent provenir de différents patients afin d'apprendre au chien à détecter les variations de glycémie sur différentes personnes (HARDIN, 2015).

Afin d'être sûr que le chien a intégré tous les comportements nécessaires pour être remis à un enfant, il passe par un dernier test. Il est placé seul dans un environnement avec des larges bouches contenant les prélèvements. Un échantillon provient d'un enfant en hypoglycémie, deux d'enfants normoglycémiques et quatre sont de simples gazes propres. Un automate est placé dans la salle pour récompenser le chien en cas de réussite. L'éducateur observe la séance en direct par un contrôle vidéo et commande à l'automate pour récompenser le chien lors d'alerte correcte. Le test est répété 8 fois, avec une pause entre le quatrième et le cinquième exercice. Si le chien passe cet examen, il est alors prêt à être attribué à une famille (HARDIN, 2015).

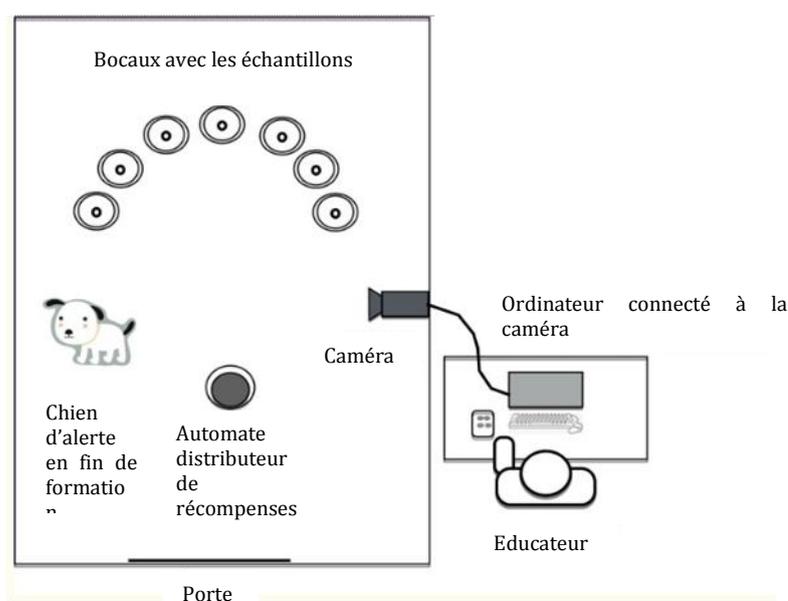


Figure 18 - - Salle de test des chiens d'alerte (HARDIN, 2015)

Pour des questions pratiques, les chiens sont tous dressés par des éducateurs spécialisés qui sont aussi leur famille d'accueil. Ainsi, le futur chien d'assistance n'est pas perturbé dans son apprentissage par des odeurs qui pourraient interagir avec les exercices proposés par l'éducateur.

Une fois le chien formé et capable d'alerter correctement les variations de glycémie, il existe un temps d'adaptation nécessaire avec le patient où l'éducateur prend une place importante. L'animal va tout d'abord avoir besoin de se familiariser avec l'odeur corporelle et les attitudes de son petit maître, puis l'éducateur va s'assurer de sa capacité à alerter en situation réelle avant de placer définitivement l'animal dans la famille. Des séances régulières de rappel auprès de l'éducateur sont cependant nécessaires tout au long de la vie du chien.

## II – Chien d’alerte : prévention des crises d’hypoglycémie

Les chiens d’alerte sont surtout utilisés dans la détection et la prévention des crises d’hypoglycémie. Certains patients ne ressentent aucun signe précurseur ou subissent de nombreuses crises nocturnes. La présence du chien les rassure et leur assure une surveillance supplémentaire.

### A - Détection précoce de l’hypoglycémie

#### 1) Données scientifiques

Le chien d’alerte est un outil supplémentaire dans la surveillance quotidienne de la glycémie. Il ne remplace en aucun cas l’autosurveillance régulière de la glycémie par le patient. Il représente une sécurité complémentaire et non pas une garantie d’absence de crise.

Il n’existe que peu d’études sur le sujet et aucune preuve scientifique irréfutable n’a été établie de l’efficacité de ces chiens. Les molécules impliquées dans la détection sont aujourd’hui encore inconnues ainsi que le mécanisme exact qui induit le chien à déclencher un signal. Cependant, plusieurs articles se penchent sur la sensibilité et la spécificité de chiens déjà dressés et les chiffres sont très intéressants.

#### *Etude de GONDER-FREDERICK, 2013*

L’équipe de chercheurs ont étudié 36 couples patient atteint de diabète de type 1 - chien d’alerte. 23 malades étaient des enfants. Un questionnaire leur a été remis, s’intéressant à la fréquence des crises d’hypoglycémie, au contrôle du diabète et à la qualité de vie avant et après l’introduction du chien d’alerte.

Sur le sujet de la précision des chiens, 36,1% des patients ne rapportent aucune crise d’hypoglycémie sans alerte du chien, 27,8% mentionnent moins d’une crise par semaine non détectée. Cependant, 36,1% notent tout de même plus d’une crise par semaine que le chien n’a pas détectée. Par contre, 91,7% des malades relèvent des valeurs de glycémie entre 3,3 et 3,9 mmol/L (0,6 – 0,7 g/L) lorsque le chien alerte son maître.

Les chiens semblent donc capables de détecter les hypoglycémies mais ne sont pas infaillibles.

#### *Etude de ROONEY, 2013*

Ces professeurs de l’Université de Bristol au Royaume Uni ont questionné 18 patients atteints de diabète de type 1 ayant acquis un chien d’alerte complètement formé. Ils se sont intéressés à la capacité des chiens à détecter les crises d’hypoglycémie et à la fréquence des crises avant l’arrivée du chien et depuis son acquisition.

La première étape de l’étude est un questionnaire regroupant l’avis qualitatif des patients sur leur chien.

Tableau XIII - Extrait du questionnaire de satisfaction sur le chien d'alerte (n=18)

	Parfaitement d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Absolument pas d'accord
Je suis plus indépendant depuis que j'ai un chien	12	2	2	0	0
Avoir un chien est un engagement sérieux	5	6	1	2	2
Le chien a amélioré ma qualité de vie	13	2	1	0	0
Il y a des inconvénients dans le fait de posséder un chien d'alerte	0	0	4	4	8
J'aime les conversations que la présence du chien encourage	5	4	7	0	0
J'ai confiance en mon chien pour m'alerter lorsque ma glycémie est basse	11	13	1	0	1
Je n'aime pas l'attention que le chien crée autour de moi	0	2	4	2	8
Je suis totalement satisfait de mon chien	13	2	1	0	0
Si je devais recommencer, je ne reprendrai pas de chien	0	0	0	1	15
J'ai confiance en mon chien pour m'alerter lorsque ma glycémie est haute	6	7	0	1	2

De façon générale, les patients sont satisfaits de leur chien et lui font confiance dans son rôle de détection des hypoglycémies.

La deuxième partie consiste en l'étude des mesures de glycémie instantanée lors d'une alerte par le chien. 17 des volontaires ont fourni leurs carnets de suivi avant et depuis l'arrivée du chien ainsi que leur suivi d'hémoglobine glyquée. En cas d'alerte par le chien, il était nécessaire de noter la valeur de la glycémie instantanée, le comportement du chien et du maître au moment de l'alerte.

En comparant les valeurs, tous les patients rapportent une diminution de la fréquence et du nombre de crises d'hypoglycémie depuis l'arrivée du chien. La probabilité que la glycémie soit basse en cas d'alerte par le chien est significativement supérieure qu'en cas d'un simple contrôle de routine. Pour la majorité des patients (8/9), il est noté une amélioration significative de l'équilibre du diabète autour de l'objectif fixé par le praticien depuis l'acquisition du chien. L'autosurveillance est renforcée depuis l'arrivée du chien d'alerte avec une augmentation du nombre de contrôles glycémiques quotidiens. Chez certains patients, une diminution significative des hypoglycémies nocturnes est constatée. Néanmoins, aucune diminution significative du taux d'hémoglobine glyquée n'est reportée avec le placement du chien.

En conclusion, l'introduction du chien d'alerte a permis une diminution significative des crises d'hypoglycémie nécessitant des soins médicaux. La présence de l'animal renforce l'autosurveillance glycémique chez les patients, et leur diabète est plus

stable qu'auparavant, avec des variations de glycémie réduites, malgré que le taux d'hémoglobine glyquée ne soit pas impacté. Les patients ont confiance en leurs chiens pour détecter les hypoglycémies mais ils ne semblent pas capables d'alerter aussi précisément les hyperglycémies. Cependant, les chiens d'alerte présentent une grande variabilité individuelle dans leur capacité à détecter les hypoglycémies. Cela serait dû aux différentes méthodes d'apprentissage, aux différences d'âges et de races. Enfin, les chiens semblent capables de détecter les hypoglycémies grâce à l'odeur de la sueur, à l'augmentation de la fréquence respiratoire et aux modifications de comportement de leur maître.

#### *Etude de HARDIN, 2015*

Assistée par l'éducatrice canine spécialisée dans les chiens d'alerte pour diabétique, cette équipe s'est penchée sur la sensibilité et la spécificité des chiens d'alerte dont la formation est achevée.

Six chiens ont été testés à l'aveugle comme lors du test de fin de formation décrit plus haut. Il est nécessaire de préciser que le deuxième chien est le plus jeune de l'étude et celui dont la formation n'est pas parfaitement achevée. Ils sont placés individuellement dans une salle neutre avec sept récipients contenant un prélèvement réalisé sur un enfant en hypoglycémie, deux échantillons d'enfants normoglycémiques et quatre lingettes neutres. A travers la caméra, l'éducateur peut apprécier la réponse du chien et le récompenser à distance à travers un automate. Chaque chien est testé huit fois et la sensibilité et la spécificité de chacun sont calculées en fonction des réponses apportées lors des tests :

**Tableau XIV - Sensibilité et spécificité des chiens étudiés (HARDIN, 2015)**

Dog	Total samples	N (FN)	N (FP)	N (TN)	N (TP)	Sensitivity	Specificity	Sensitivity <i>p</i> value	Specificity <i>p</i> value
Carlie	56	1	1	47	7	87.5	97.9	7.25E-06	Not defined
Isabella	56	4	5	43	4	50	89.6	1.47E-02	Not defined
Jake	56	1	1	47	7	87.5	97.9	7.25E-06	Not defined
Juniper	56	1	1	47	7	87.5	97.9	7.25E-06	Not defined
Nala	56	1	1	47	7	87.5	97.9	7.25E-06	Not defined
Roscoe	56	3	3	44	6	66.7	93.6	0.000155928	Not defined
Total		11	12	275	38	77.6	95.8	1.98E-23	Not defined

Assumes binomial distribution prob success = 0.14 #Trials = 8 per dog  
*DADs* diabetes alert dogs, *FN* false negative, *FP* false positive, *TN* true negative, *TP* true positive

Ce test démontre la capacité des chiens à détecter par leur odorat l'hypoglycémie dans la sueur humaine. Il est cependant nécessaire de préciser qu'en présence d'un humain en hypoglycémie, le chien est aussi apte à décrypter des expressions faciales et des postures qui renforcent son jugement sur l'état de son maître. Les résultats de cette expérience sont donc à nuancer puisque le chien ne dispose que d'une information olfactive. De plus, ces chiens sont déjà placés dans des familles et habitués à traiter avec une odeur corporelle spécifique qui n'est pas celle utilisée dans l'étude. Cela peut donc entacher la précision de détection.

Malgré ces limites, cette étude atteste de la capacité des chiens d'alerte à détecter les hypoglycémies dans l'odeur de la sueur de patients atteints de diabète de type 1. La sensibilité moyenne des chiens étudiés est d'environ 80% et la spécificité avoisine les 95%. De meilleurs résultats sont attendus dans leurs conditions habituelles de vie et d'autres canaux de communication à disposition (posture, mimiques...).

Enfin, il est nécessaire de rappeler qu'un contrôle régulier par un éducateur permet de maintenir les apprentissages du chien en mémoire et de leur rendre plus précis.

#### *Etude de PETRY, 2015*

Ce travail s'étend sur une année entière et se présente sous la forme d'un questionnaire en ligne regroupant 135 réponses de personnes atteintes de diabète de type 1 dont 65 mineurs. Les questions portaient sur des points démographiques, un historique du diabète et de son traitement, la provenance et le dressage du chien et son comportement dans la détection des variations de glycémie ainsi que la satisfaction vis-à-vis du chien. Les réponses ont été classées en trois catégories suivant si le chien a été dressé par un professionnel (51), par la personne elle-même (54) ou si le chien a démontré des aptitudes spontanées (15). Afin d'évaluer l'utilité du chien dans la gestion du diabète, des questions portaient sur les complications du diabète, le nombre de crises d'hypoglycémie nécessitant un traitement et le nombre d'injection de glucagon.

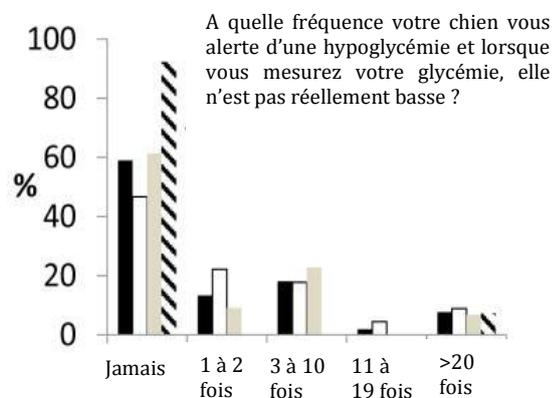
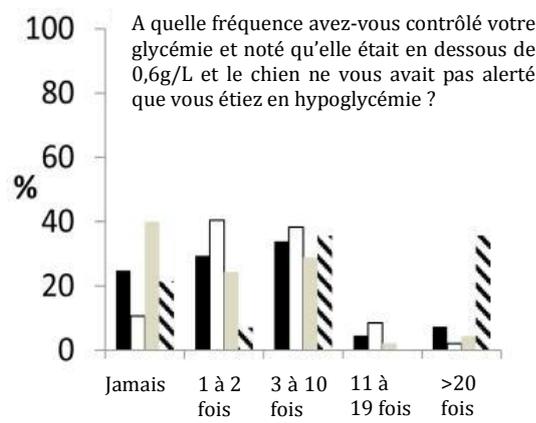
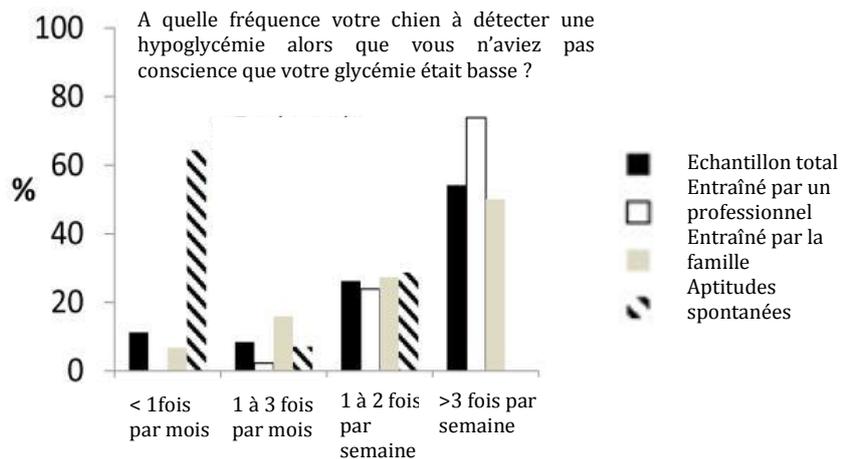


Figure 19 - Réponses à propos de la détection des hypoglycémies par les chiens d'alerte (PETRY 2015)

D'après cette étude, les chiens dressés par des professionnels semblent capables d'alerter à partir de 0,8g/L de glycémie et au-delà de 1,6g/L contrairement aux chiens ayant appris seuls qui ne détectent pas avant 0,6g/L et jamais en hyperglycémie. Les chiens éduqués par des professionnels semblent plus à même de détecter une hypoglycémie et d'alerter précocement leur maître que les autres.

L'éducation du chien n'influe pas dans l'apparition de complications du diabète. Cependant, les personnes possédant un chien éduqué par un professionnel nécessitent moins d'intervention en cas d'hypoglycémie qui sont alertées plus précocement et sont moins souvent hospitalisées que les autres.

En ce qui concerne l'utilité subjective du chien, les chiens éduqués semblent plus indispensables aux patients que ceux ayant appris seuls, et les personnes leur font plus confiance dans la prévention et la détection des crises d'hypoglycémie.

Cependant, cette étude est limitée par le fait que les personnes satisfaites sont plus à même de surestimer l'utilité de leur chien et vont plus facilement encourager leurs connaissances à répondre au questionnaire.

Pour résumer, les chiens dressés par des professionnels sont plus précis et précoces dans la détection des variations de glycémie que les autres. Ils ne sont cependant pas un substitut à un suivi glycémique tout au long de la journée. Enfin, ces chiens nécessitent tout de même un travail régulier avec leur formateur pour corriger certaines erreurs qui pourraient être améliorées et pour affiner leur détection.

### *Etude de LOS, 2017*

Cette étude s'intéresse à la fiabilité des chiens d'alerte. Les patients souffrent d'un diabète de type 1 diagnostiqué et suivi et les chiens étudiés, au nombre de huit, ont été formés et placés dans les familles depuis plusieurs années. Les sujets tiennent un carnet de suivi de leur glycémie avec un contrôle à chaque alerte du chien et en notant pour chaque alerte les symptômes d'hypoglycémie ressentis et le moment où le chien à alerter par rapport à l'apparition des symptômes. Les patients ou leur tuteur s'ils sont mineurs ont rempli un questionnaire concernant la détection du chien, leur perception de la fiabilité de leur chien et les raisons pour lesquelles ils ont pris un chien d'alerte.

Les deux points principaux sont l'identification correcte et l'alerte de l'hypoglycémie par le chien et le moment de l'alerte par rapport aux signes et aux mesures de l'hypoglycémie. La précision des chiens est comparée à celle d'un dispositif de contrôle continu de la glycémie. Les chercheurs ont ainsi calculé la sensibilité et la spécificité des chiens.

Tableau XV - Extrait du questionnaire de satisfaction sur les chiens d'alerte (n=8) (LOS, 2017)

Question	Variabilité des réponses	Moyenne des réponses
<b>Etes-vous satisfait de votre chien d'alerte ? Donner une note entre 0 (pas du tout satisfait) et 10 (très satisfait)</b>	7 <-> 10	8,9
<b>A quelle fréquence votre chien vous alerte en cas de glycémie basse?</b>	70% <-> 90%	79%
<b>Quand votre chien vous alerte, à quelle fréquence est-ce le premier signe de l'hypoglycémie (avant tout signe avant-coureur et avant un contrôle de la glycémie)?</b>	50% <-> 95%	76%
<b>Quand le chien vous alerte, à quelle fréquence êtes vous réellement en hypoglycémie ?</b>	50% <-> 100%	89%
<b>Pour qu'un chien formé soit opérationnel, quelle proportion d'hypoglycémie devrait-il détecter?</b>	20% <-> 80%	65%
<b>Pour qu'un chien formé soit opérationnel, quelle proportion de fausse alerte vous semble acceptable?</b>	10% <-> 80%	26%
<b>Si un chien d'alerte est capable de détecter 80% des hypoglycémies, quel vous semble le coût raisonnable pour un tel chien?</b>	2500\$ <-> 20 000\$	12 313\$

Les patients ont tous acquis un chien d'alerte dans le but d'avoir un outil de détection supplémentaire (8/8), trois d'entre eux recherchaient la compagnie d'un animal. Trois des patients voient le chien comme rappel de contrôler sa glycémie et donc d'améliorer l'autosurveillance et l'observance, deux trouvent que l'animal apporte de l'indépendance et diminue la peur de se retrouver seul. Deux des cinq patients mineurs rapportent que la présence du chien permet à leurs parents d'être plus sereins la nuit.

Cette étude montre que durant une crise d'hypoglycémie, les chiens alertent leur maître avant l'apparition des signes précurseurs. La détection par le chien survient 10 à 30min avant le début des signes avant-coureurs. La proportion d'alerte en hypoglycémie est 3 fois supérieure aux alertes alors que la glycémie est normale. Le taux moyen de faux positifs est de 14,5 alertes incorrectes par semaine.

Les premiers signes d'hypoglycémie sont détectés à 12% par le ressenti des patients, 19% par les chiens d'alerte et 70% par le contrôle de la glycémie capillaire en continu. Les chiens détectent l'hypoglycémie avant l'apparition des symptômes dans 62% des cas contre 73% par le contrôle continu de la glycémie.

Le suivi de la glycémie en continu sur 24 heures a été mis en relation avec la détection du chien et la mesure de la glycémie au moment de l'alerte. Cette courbe montre la capacité du chien à alerter en cas d'hypoglycémie modérée à sévère et de façon relativement rapide après le début de la crise, même durant le sommeil du patient.

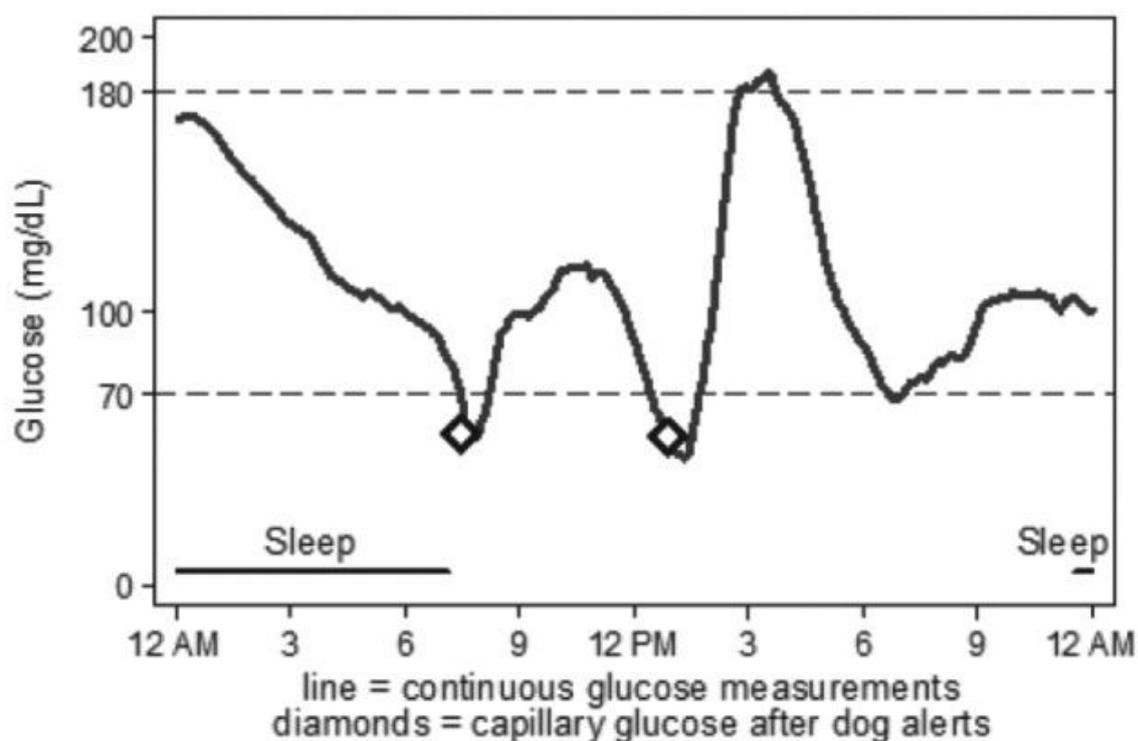


Figure 20 - Suivi de glycémie au cours de la journée et détection des hypoglycémies par le chien (LOS, 2017)

Un dispositif de contrôle continu de la glycémie est plus précoce et plus précis que la détection par les chiens d'alerte mais cela reste un dispositif plus envahissant et qui nécessite un entretien et un contrôle régulier de son installation et de sa fiabilité. Les bénéfices physiologiques de la présence du chien sont quant à eux difficiles à mesurer.

Les chiens d'alerte sont capables de détecter les hypoglycémies en conditions réelles et les patients sont très satisfaits de leur chien et lui accorde beaucoup de confiance et de crédit. Il faut cependant pondérer ces points positifs par le fait que la sensibilité et la spécificité des chiens sont moins élevées que celles des dispositifs de contrôle continu de la glycémie. Les chiens alertent en cas d'hypoglycémie,

d'hyperglycémie ou de variations brutales de la glycémie, ce qui les rend moins précis qu'un dispositif automatique.

Enfin, il faut nuancer les conclusions de cette étude par le petit nombre de chiens étudiés, la grande variation entre les chiens en terme d'âge, de formation, de race...

En conclusion, l'utilisation de chiens d'alerte pour aider les personnes diabétiques semble être un outil supplémentaire utile dans le suivi de la glycémie qui doit cependant être associé à une autosurveillance régulière pour contrebalancer les limites de détection de ces chiens. Ils apportent cependant une grande satisfaction et une sérénité aux maladies qui n'est pas mesurable de façon quantitative.

Sans qu'il y ait eu d'étude scientifique précise sur les molécules détectées, il paraît légitime d'accorder du crédit aux chiens d'alerte dressés par des professionnels. Ils semblent capables de repérer les hypoglycémies et les hyperglycémies de façon assez précoce et complémentaire des autres méthodes de contrôle. Les chiens d'alerte seraient donc un moyen de prévention intéressant des crises d'hypoglycémie. Outre leur appui technique dans la détection des variations de la glycémie, ils permettent l'amélioration d'autres paramètres du suivi du diabète.

## **2) Amélioration des paramètres de suivi du diabète**

En plus de détecter les crises, le chien, de par sa présence, semble être à l'origine d'une diminution significative de la fréquence des crises sévères et modérées d'hypoglycémie (GONDER-FREDERICK, 2013), sans que ce phénomène ne soit réellement expliqué.

Une diminution significative du taux d'hémoglobine glyquée est notée après l'introduction du chien d'alerte dans la famille dans certaines études (GONDER-FREDERICK, 2013) alors que d'autres concluent à une diminution non significative (ROONEY, 2013). Il est donc compliqué de conclure sur ce point. Cependant, aucune étude ne rapporte d'augmentation du taux d'hémoglobine glyquée après l'introduction du chien d'alerte.

La présence d'un chien d'alerte semble être à l'origine d'une diminution du nombre d'hospitalisation et de complications liées au diabète (PETRY, 2015).

Le chien d'alerte peut être un atout supplémentaire dans la gestion du diabète de type 1 notamment auprès des enfants. Les bénéfices médicaux semblent être assez intéressants pour poursuivre les études les concernant afin de mieux appréhender leur méthode de détection et leur fiabilité.

## **B - Amélioration de l'observance et de l'autosurveillance**

L'observance et l'autosurveillance sont les clés de voûte dans le suivi et l'équilibre du diabète. Malheureusement, cela peut devenir compliqué lorsqu'il s'agit d'enfants, notamment lors de l'adolescence. Dans ce contexte, le chien d'assistance peut apporter une aide précieuse.

Le fait de posséder un animal de compagnie a un impact très bénéfique sur les enfants, et encore plus sur les adolescents. La puberté est une période vulnérable pour un diabétique car elle se caractérise par une résistance physiologique à l'insuline associée à un comportement de rébellion qui peut engendrer de graves déséquilibres

dans le maintien de la glycémie. L'autosurveillance est influencée par la cohésion familiale, le soutien social et les autocontrôles que l'enfant possède sur lui-même. Elle est mise à mal au moment de l'adolescence où toutes les limites sont remises en question par l'enfant et les contraintes liées au diabète ne font pas exception.

La présence d'un animal de compagnie facilite l'équilibre du diabète et son maintien (MARANDA, 2016). Les enfants possédant un animal de compagnie, pour la majorité un chien, avec lequel ils ont une forte interactivité sont plus à même d'atteindre les objectifs en terme d'hémoglobine glyquée fixés par le praticien que ceux n'en détenant pas. Le fait de prendre soin de l'animal encourage l'enfant à prendre soin de lui et le responsabilise vis-à-vis de la maladie.

En ce qui concerne les adolescents, l'étude de MARANDA, 2015, souligne que l'implication de l'enfant dans le soin d'un animal, ici un poisson, augmente la qualité du soin qu'il s'apporte à lui-même. L'expérience consiste à acheter un poisson rouge à chaque enfant et lorsqu'il nourrit le poisson matin et soir, il doit contrôler sa glycémie. Une fois par semaine, il doit changer l'eau du bocal et alors l'enfant est censé faire un bilan de son suivi de glycémie de la semaine avec ses parents ou l'infirmière qui le suit. Les chercheurs montrent qu'en associant le fait de nourrir l'animal avec un contrôle de glycémie améliore l'autosurveillance glycémique par l'enfant. La responsabilité d'un animal renforce l'estime de soi chez ces enfants qui sont plus à même de suivre correctement leur traitement. Ainsi, les chercheurs ont observé une diminution significative de 0,5% du taux d'hémoglobine glyquée sur trois mois dans le groupe possédant un poisson en comparaison au groupe contrôle. L'animal présent dans la chambre du patient lui rappelle de contrôler sa glycémie. Ce bénéfice est d'autant plus important chez les plus jeunes. De plus, l'implication des parents dans les soins à l'animal et dans le traitement du diabète favorise un meilleur équilibre du diabète et encourage les enfants à prendre soin de leur santé.

Le chien d'assistance apporte un soutien technique dans la gestion du diabète mais aussi dans l'application correcte du traitement recommandé par les médecins. Il est aussi responsable de l'amélioration notable de la qualité de vie des patients.

### **III – Chien d'assistance : amélioration de la qualité de vie**

#### **A - Relation homme-animal**

Le lien entre un être humain et un animal peut être aussi fort qu'une relation entre deux humains. Selon l'étude de MCNICHOLAS, 2005, le fait de vivre avec un animal réduit le risque de maladies cardiovasculaires et diminue la sensibilité allergique. Le bien-être de ces personnes est nettement supérieur à celui de personnes qui ne sont pas en contact avec des animaux, et cela est d'autant plus vrai auprès des enfants et des personnes âgées.

La santé repose sur le bien-être et les interactions sociales. Il n'existe cependant pas de preuve évidente des bénéfices sur la santé de la présence d'un animal sur la santé. Malgré tout, les propriétaires d'animaux se sentent moins seuls et vont plus interagir avec leur entourage. L'animal agit comme un catalyseur social. Il est un support émotionnel qui diminue l'anxiété vis-à-vis de la maladie et redonne confiance. 90% de propriétaires d'animaux considèrent leur compagnon comme un membre de la famille à part entière. L'absence de relations sociales est un facteur de risque de maladie car elle

conduit à l'augmentation du tabagisme, de l'alcoolisme et de la sédentarité mais aussi à l'élévation de la pression artérielle et des lipides sanguins.



Figure 21 - Lien entre santé et possession d'un animal (MCNICHOLAS, 2005)

La simple présence d'un animal, que cela soit un chien d'assistance ou non, est un soutien fort pour l'enfant diabétique qui a besoin de réconfort et d'affection pour endurer les traitements et faire face à la maladie.

## B - Indépendance

Les patients possédant un chien d'assistance rapportent une amélioration de leur indépendance. En effet, en diminuant la fréquence des crises d'hypoglycémie, ils ont moins besoin de soin et dépendent donc moins de leur entourage pour veiller à leur bonne santé. De plus, l'anxiété vis-à-vis des crises d'hypoglycémie est réduite par la présence du chien et donc cela favorise le développement d'activité physique (GONDER-FREDERICK 2013). 72% des personnes possédant un chien d'alerte considère que le soutien de l'animal a amélioré leur qualité de vie (ROONEY, 2013). L'effet anxiolytique ainsi que le support technique de l'animal en sont responsables. Les parents des enfants diabétiques rapportent qu'ils sont plus sereins et dorment mieux car ils sont moins inquiets vis-à-vis des crises nocturnes. La grande majorité des personnes interrogées ne regrettent pas l'investissement qu'ils ont réalisé dans un tel chien.

## C - Acceptation de la thérapie

Chez les jeunes diabétiques, la contrainte du traitement et l'aspect douloureux que représentent les injections sont un frein à une bonne observance. Le chien d'assistance est aussi là pour apporter un réconfort au quotidien lors des soins et à créer un climat rassurant pour réduire l'appréhension de la douleur à venir. Le chien diminue le sentiment de solitude vis-à-vis de la maladie et l'enfant se sent soutenu et secondé dans ses petites épreuves quotidiennes.

Le chien d'alerte n'apporte pas qu'un appui technique dans le suivi du diabète. Il est avant tout un animal proche de l'homme qui devient l'ami et le confident de l'enfant malade à qui il est confié. Il le soutient face à la maladie et ses contraintes et l'aide à accepter le diabète et ses traitements. Il améliore le quotidien de l'enfant et de la famille

en apportant un sentiment de sécurité supplémentaire envers les crises d'hypoglycémie qui sont l'inquiétude principale des patients atteints de diabète de type 1 et de leur entourage. La réduction du stress du malade a un impact bénéfique sur les paramètres du diabète autant que sur sa qualité de vie.



## CONCLUSION

---

Si le cheval est la plus belle conquête de l'homme, le chien est son ami le plus fidèle. D'abord outil de travail, il a poussé la porte de nos maisons et s'y est installé comme un membre de la famille à part entière. Les bienfaits qu'il procure sont nombreux et sont d'autant plus marqués chez les plus jeunes. C'est ainsi que de chien de travail il est devenu compagnon pour apporter soutien et réconfort aux plus faibles.

Les disciplines de zoothérapie utilisant le chien sont de plus en plus nombreuses. Du chien d'éveil pour les enfants polyhandicapés à la détection du cancer, ses utilisations sont multiples et variées, et il nous réserve encore sûrement de belles surprises à venir.

L'utilisation du chien dans l'accompagnement des patients atteints de diabète de type 1 se développe de plus en plus dans des pays comme les Etats-Unis ou l'Autriche. En France, l'association ACADIA n'en est encore qu'à ses balbutiements mais la liste d'attente pour les familles en demande de chiens est déjà longue. Il reste de nombreuses choses à élucider, comme la nature même de ce qui est détecté par les chiens et des études plus nombreuses sur un effectif de chiens plus importants sur leur sensibilité et leur spécificité seraient intéressantes pour apporter un appui scientifique plus important, mais les qualités des chiens d'alerte sont indéniables. Leur capacité à détecter les hypoglycémies et les hyperglycémies est un atout supplémentaire dans la gestion du diabète et complémentaire des moyens déjà utilisés. Il procure aussi un soutien moral considérable pour les enfants atteints de cette maladie chronique très contraignante. De même, il s'agirait de faire accepter ces chiens au même titre que les chiens d'assistance de l'association Handi'Chien ou que les chiens guides d'aveugle afin que les patients puissent emmener leur compagnon partout avec eux. D'ici là, le développement de cette pratique en France va permettre à de nombreuses familles de bénéficier des bienfaits que le chien d'alerte peut apporter à l'enfant malade et à tout son entourage.



# Bibliographie

---

- ANDRIEU, L. "Education Du Chien D'assistance Aux Personnes Handicapées : Rôles et Compétences de L'éducateur Canin. Application À l'ANECAH." Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 2004.
- ARENSTEIN Georges-Henri. *Zoothérapie - Quand L'animal Devient Assistant-Thérapeute*. Marcel Broquet., 2013.
- BACHELARD, Marie-Valentine. "Etude Des Interactions Enfant-Chien Au Cours D'une Expérience de Médiation Animale." 2017.
- BACHI, K. and N. PARISH-PLASS. "Animal-Assisted Psychotherapy: A Unique Relational Therapy for Children and Adolescents." *Clinical Child Psychology and Psychiatry* 22, no. 1 (January 2017): 3–8.
- BAVEREL, G., G. MARTIN, B. FERRIER, and A. CONJARD-DUPLANY. "O36 Absence de gluconéogenèse intestinale chez des rats diabétiques de type 1 : Étude in vitro et in vivo par RMN du carbone 13 et par différences artério-veineuses." *Diabetes & Metabolism* 36 (March 2010): A10. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(10\)70040-9](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(10)70040-9).
- BERGER François. *L'enfant et La Médiation Animale - Une Nouvelle Approche Par La Zoothérapie*. DUNOD., 2016.
- BOTTET, A. "Le Chien D'éveil Pour Enfant Polyhandicapé de L'association Handi'chiens." Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, 2005.
- BRASIC JR. "Pets and Health." *Psychological Reports*, no. 83 (n.d.): 1011–24.
- CALCATERRA, Valeria, Perangelo VEGGIOTTI, Clara PALESTRINI, Valentina DE GIORGIS, Roberto RASCETTI, Massimiliano TUMMINELLI, Simonetta MENCHERINI, et al. "Post-Operative Benefits of Animal-Assisted Therapy in Pediatric Surgery: A Randomised Study." Edited by Christian Schwentner. *PLOS ONE* 10, no. 6 (June 3, 2015): e0125813. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125813>.
- CALVO, Paula, Joan R. FORTUNY, Sergio GUZMAN, Cristina MACIAS, Jonathan BOWEN, María L. GARCIA, Olivia OREJAS, et al. "Animal Assisted Therapy (AAT) Program As a Useful Adjunct to Conventional Psychosocial Rehabilitation for Patients with Schizophrenia: Results of a Small-Scale Randomized Controlled Trial." *Frontiers in Psychology* 7 (May 6, 2016). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00631>.
- CARIOU, B., P. FONTAINE, E. ESCHWEGE, M. LIEVRE, D. GOUET, D. HUET, S. MADANI, S. LAVIGNE, and B. CHARBONNEL. "Frequency and Predictors of Confirmed Hypoglycaemia in Type 1 and Insulin-Treated Type 2 Diabetes Mellitus Patients in a Real-Life Setting: Results from the DIALOG Study." *Diabetes & Metabolism* 41, no. 2 (April 2015): 116–25. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2014.10.007>.

- CASTILLO, Michelle. “Diabetes-Detecting Dog Saves Man’s Life.” *CBS Interactive Inc.*, January 9, 2013. <https://www.cbsnews.com/news/diabetes-detecting-dog-saves-mans-life/>.
- CHEVALIER, Nicolas. “Hypoglycémies, de La Nécessité D’en Connaître Les Causes et D’en Repérer Les Signes.” *Changing Diabetes*, July 2018. <https://www.diabete.fr/comprendre/hypoglycemie/hypoglycemies-de-la-necessite-den-connaître-les-causes-et-den-reperer-les>.
- CHUA, Chung Nen, and Check Tung NGO. *Guidelines for Diabetic Retinopathy*. Marudi., n.d. <http://www.mrcophth.com/guidelinesindiabeticretinopathymanagement/diabeticretinopathyatlas.html>.
- COLLEGE DES ENSEIGNANTS D’ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES. “Diabète Sucré de Types 1 et 2 de L’enfant et de L’adulte. Complications.” In *Polycopié Des Enseignants*, 3<sup>e</sup> édition., Item 245 UE 8, 2016.
- . “Facteurs de Risque Cardiovasculaire, Prévention. Dyslipidémies,” 3<sup>e</sup> édition ed., Item 239–40 UE 8, 2016.
- . “Hypoglycémie.” In *Polycopié Des Enseignants*, 3<sup>e</sup> édition ed., Item 238 UE 8, 2016.
- CORDONNIER, M., V. LEGRAND, O. BAUDUIN, C. PREDA, V. DEGROS, F. DOREY, M. LADSOUS, A. ANGELESCU, and O. VERIER-MINE. “P190 Influence bénéfique de l’insulinothérapie fonctionnelle sur la qualité de vie de patients diabétiques de type 1.” *Diabetes & Metabolism* 35 (March 2009): A73. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(09\)71988-3](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(09)71988-3).
- COSCIA, L., P. CAUSA, E. GIULIANA, and A. NUNZIATA. “Pharmacological Properties of New Neuroleptic Compounds.” *Arzneimittel-Forschung* 25, no. 9 (September 1975): 1436–42.
- CRYER, Philip E., LLOYD AXELROD, Ashley B. GROSSMAN, Simon R. HELLER, Victor M. MONTORI, Elizabeth R. SEAQUIST, and F. John SERVICE. “Evaluation and Management of Adult Hypoglycemic Disorders: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline.” *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 94, no. 3 (March 2009): 709–28. <https://doi.org/10.1210/jc.2008-1410>.
- DARMON, Patrice. “HbA1c : Attention Aux Pièges.” *Le Quotidien Du Médecin*, April 14, 2014.
- DEHLINGER, K., K. TARNOWSKI, J. L. HOUSE, E. LOS, K. HANAVAN, B. Bustamante, A. J. AHMANN, and W. K. WARD. “Can Trained Dogs Detect a Hypoglycemic Scent in Patients With Type 1 Diabetes?” *Diabetes Care* 36, no. 7 (July 1, 2013): e98–99. <https://doi.org/10.2337/dc12-2342>.
- ELMACI, Dilek, and Sibel CEVIZCI. “Dog-Assisted Therapies and Activities in Rehabilitation of Children with Cerebral Palsy and Physical and Mental Disabilities.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12, no. 12 (May 12, 2015): 5046–60. <https://doi.org/10.3390/ijerph120505046>.

- FEDERATION DES DIABETIQUES. “L’HbA1c Ou Hémoglobine Glyquée.” <https://www.federationdesdiabetiques.org/information/glycemie/hba1c>, n.d.
- FILIATRE, J.C., J.L. MILLOT, and H. MONTAGNER. “New Data on Communication Behaviour between the Young Child and His Pet Dog.” *Behavioural Processes* 12, no. 1 (January 1986): 33–44. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(86\)90068-9](https://doi.org/10.1016/0376-6357(86)90068-9).
- FLORKOWSKI, Chris. “HbA1c as a Diagnostic Test for Diabetes Mellitus - Reviewing the Evidence.” *The Clinical Biochemist. Reviews* 34, no. 2 (August 2013): 75–83.
- FOSSE-EDORH, Sandrine, Laurence MANDEREAU-BRUNO, and Nolween REGNAULT. “Le poids des complications liées au diabète en France en 2013. Synthèse et perspectives.” 07.24.2015. 2015, Institut de veille sanitaire edition.
- FOURN, Jean-Yves Le. *L’ enfant et l’animal*. 35. Ramonville: Éd. Érès, 2007. <http://www.cairn.info/revue-enfances-et-psy-2007-2.htm>.
- FREYCHET, Pierre. “Mécanisme D’action de L’insuline.” *Médecine Sciences* 4, no. 2 (Février 1988). [http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/3771/MS\\_1988\\_2\\_70.pdf](http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/3771/MS_1988_2_70.pdf).
- FRIEDMANN Erika, PhD, Aaron HONORI KATCHER, MD, James J. LYNCH, PhD, and Sue Ann THOMAS, RN, PhD. “Animal Companions and One-Year Survival of Patients After Discharge From a Coronary Care Unit.” *Public Health Rep* 95, no. 4 (Juillet-Août 1980): 307–12.
- FRIEDMANN, E., A. H. KATCHER, S. A. THOMAS, J. J. LYNCH, and P. R. MESSENT. “Social Interaction and Blood Pressure. Influence of Animal Companions.” *The Journal of Nervous and Mental Disease* 171, no. 8 (August 1983): 461–65.
- GOLDGEWICHT, C., G. SLAMA, L. PAPOZ, and G. TCHOBROUTSKY. “Hypoglycaemic Reactions in 172 Type 1 (insulin-Dependent) Diabetic Patients.” *Diabetologia* 24, no. 2 (February 1983): 95–99. <https://doi.org/10.1007/BF00297389>.
- GONDER-FREDERICK, L., P. RICE, D. WARREN, K. VAJDA, and J. SHEPARD. “Diabetic Alert Dogs: A Preliminary Survey of Current Users.” *Diabetes Care* 36, no. 4 (April 1, 2013): e47–e47. <https://doi.org/10.2337/dc12-1998>.
- GRANGE, Adeline. “Le Chien D’accompagnement Social de L’association Handi’chiens.” Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, 2011.
- GRAY, J. A., N. McNAUGHTON, D. T. JAMES, and P. H. KELLY. “Effect of Minor Tranquillisers on Hippocampal Theta Rhythm Mimicked by Depletion of Forebrain Noradrenaline.” *Nature* 258, no. 5534 (December 4, 1975): 424–25.
- GROSFELD, Alexandra. “Régulation de La Glycémie.” Cours de médecine presented at the Cours d’endocrinologie, Université de Paris, 2013. <http://abiens.snv.jussieu.fr/AHA/docs/LV207/Re%CC%81gulation%20glyce%CC%81mie%20AHA2013.pdf>.
- HACHICHA, M., H. ALOULOU, L. SFAIHI, L. TRABELSI, I. CHABCHOUB, and T. KAMMOUN. “P103 Caractéristiques épidémiologiques, cliniques et évolutives du

- diabète de type 1 chez les enfants de moins de 5 ans.” *Diabetes & Metabolism* 36 (March 2010): A63–64. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(10\)70251-2](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(10)70251-2).
- HALL, Sophie Susannah, Hannah F. WRIGHT, and Daniel Simon MILLS. “What Factors Are Associated with Positive Effects of Dog Ownership in Families with Children with Autism Spectrum Disorder? The Development of the Lincoln Autism Pet Dog Impact Scale.” Edited by Christina Schmitz. *PLOS ONE* 11, no. 2 (February 19, 2016): e0149736. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149736>.
- HARDIN, Dana S., WESLEY ANDERSON, and Jennifer CATTET. “Dogs Can Be Successfully Trained to Alert to Hypoglycemia Samples from Patients with Type 1 Diabetes.” *Diabetes Therapy* 6, no. 4 (December 2015): 509–17. <https://doi.org/10.1007/s13300-015-0135-x>.
- HAUTE AUTORITE DE SANTE. “Diabète de Type 1 de L’enfant et de L’adolescent.” Juillet 2007.  
 ———. “La Prise En Charge Du Diabète de Type 1 Chez L’enfant et L’adolescent.” Avril 2007.
- IMANE, Z., N. BENNANI, N. BENCHERIFA, A. TOUZANI, and A. BALAFREJ. “P154 Hypoglycémies induites chez l’enfant diabétique type 1.” *Diabetes & Metabolism* 34 (March 2008): H84. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(08\)73066-0](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(08)73066-0).
- KERN-GODAL, Ann, Ida HALVORSEN BRENNAN, Espen Ajo ARNEVIK, and Edle RAVNDAL. “More than Just a Break from Treatment: How Substance Use Disorder Patients Experience the Stable Environment in Horse-Assisted Therapy.” *Substance Abuse: Research and Treatment* 10 (January 2016): SART.S40475. <https://doi.org/10.4137/SART.S40475>.
- KHOCHTALI, I., W. DABBABI, O. ZOUKAR, M. KACEM, and S. MAHJOUB. “P259 Profil métabolique chez une population de diabétiques de type 1 à propos de 100 cas.” *Diabetes & Metabolism* 35 (March 2009): A88. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(09\)72057-9](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(09)72057-9).
- KOVACS BURNS, K., A. NICOLUCCI, R. I. G. HOLT, I. WILLAING, N. HERMANNNS, S. KALRA, J. WENS, et al. “Diabetes Attitudes, Wishes and Needs Second Study (DAWN2<sup>TM</sup>): Cross-National Benchmarking Indicators for Family Members Living with People with Diabetes.” *Diabetic Medicine* 30, no. 7 (July 2013): 778–88. <https://doi.org/10.1111/dme.12239>.
- LAUTRIDOU, A., C. MORIN, E. MAS, P. BROUE, N. SER, J.P. OLIVES, and C. LE TALLEC. “P253 Atteinte hépatique au cours du diabète de type 1 de l’enfant et de l’adolescent : hépatopathie glycogénique.” *Diabetes & Metabolism* 35 (March 2009): A86–87. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(09\)72051-8](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(09)72051-8).
- LOS, Evan A., Katrina L. RAMSEY, Ines GUTTMANN-BAUMAN, and Andrew J. AHMANN. “Reliability of Trained Dogs to Alert to Hypoglycemia in Patients With Type 1 Diabetes.” *Journal of Diabetes Science and Technology* 11, no. 3 (May 2017): 506–12. <https://doi.org/10.1177/1932296816666537>.
- LUSSIAA-BERDOU, Gaëlle. “Un chien renifleur de diabète, oui, ça existe.” *Découverte*. Radio Canada, August 12, 2016.

- MAKAR, A. B., K. E. McMARTIN, M. PALESE, and T. R. TEPHLY. "Formate Assay in Body Fluids: Application in Methanol Poisoning." *Biochemical Medicine* 13, no. 2 (June 1975): 117–26.
- . "Formate Assay in Body Fluids: Application in Methanol Poisoning." *Biochemical Medicine* 13, no. 2 (June 1975): 117–26.
- . "Formate Assay in Body Fluids: Application in Methanol Poisoning." *Biochemical Medicine* 13, no. 2 (June 1975): 117–26.
- MARANDA, Louise, and Olga T. GUPTA. "Association between Responsible Pet Ownership and Glycemic Control in Youths with Type 1 Diabetes." Edited by Chung-Jung Chiu. *PLOS ONE* 11, no. 4 (April 22, 2016): e0152332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152332>.
- MARANDA, Louise, May Lau, SUNITA, M. STEWART, and Olga T. GUPTA. "A Novel Behavioral Intervention in Adolescents With Type 1 Diabetes Mellitus Improves Glycemic Control: Preliminary Results From a Pilot Randomized Control Trial." *The Diabetes Educator* 41, no. 2 (April 2015): 224–30. <https://doi.org/10.1177/0145721714567235>.
- McNICHOLAS, June, Andrew GILBEY, Ann RENNIE, Sam AHMEDZAI, Jo-Ann DONO, and Elizabeth ORMEROD. "Pet Ownership and Human Health: A Brief Review of Evidence and Issues." *BMJ* 331, no. 7527 (November 26, 2005): 1252–54. <https://doi.org/10.1136/bmj.331.7527.1252>.
- MICHALON Jérôme. *Panser Avec Les Animaux - Sociologie Du Soins Par Le Contact Animalier*. MINES ParisTech., n.d.
- MIMI Chen, Mark DALY, Natt WILLIAMS, Susie WILLIAMS, Candy WILLIAMS, Gareth WILLIAMS. "Non-Invasive Detection of Hypoglycaemia Using a Novel, Fully Biocompatible and Patient Friendly Alarm System." *BMJ*, December 23, 2000. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC27564/>.
- MOREIRA, Rebeca Lima, Fabiane DO AMARAL GUBERT, Leidiane Minervina MORAES DE SABINO, Jéssica Lima BENEVIDES, Marcela Ariadne BRAGA GOMES TOME, Mariana CAVALCANTE MARTINS, and Mychelangela DE ASSIS BRITO. "Terapia Assistida Com Cães Em Pediatria Oncológica: Percepção de Pais E Enfermeiros." *Revista Brasileira de Enfermagem* 69, no. 6 (December 2016): 1188–94. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0243>.
- NATHAN, David M., and for the DCCT/EDIC Research Group. "The Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study at 30 Years: Overview." *Diabetes Care* 37, no. 1 (January 2014): 9–16. <https://doi.org/10.2337/dc13-2112>.
- OMS. "Rapport mondial sur le diabète," 2016. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254648/9789242565256-fre.pdf?sequence=1>.
- PENFORNIS, A., C. MONNIER, C. MOURET, E. Roy, J. COMBES, A. WORONOFF, and J. ORY. "O60 Qualité et modalités du suivi et de la prise en charge des patients diabétiques de type 1 dans un territoire de santé." *Diabetes & Metabolism* 35 (March

- 2009): A16. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(09\)71752-5](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(09)71752-5).
- PETRY, N.M., J.A. WAGNER, C.J. RASH, and K.K. HOOD. “Perceptions about Professionally and Non-Professionally Trained Hypoglycemia Detection Dogs.” *Diabetes Research and Clinical Practice* 109, no. 2 (August 2015): 389–96. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2015.05.023>.
- PEYROUTET-PHILIPPE, Claire. “État Des Lieux et Caractérisation Des Activités Assistées Par L’animal Proposées En France Aux Enfants Présentant Des Troubles Du Spectre Autistique.” *Bulletin de l’Académie Vétérinaire de France*, no. 1 (2016): 117. <https://doi.org/10.4267/2042/60692>.
- PREUMONT, V., O. ALEXOPOULOU, C. MATHIEU, S. DE BEUKELAER, and M. BUYSSCHAERT. “P128 Étude PREDICTIVE : design et résultats préliminaires de son volet belgo-luxembourgeois conduit chez des diabétiques de type 1.” *Diabetes & Metabolism* 34 (March 2008): H78–79. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(08\)73040-4](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(08)73040-4).
- REDEFER et GOODMAN. “Brief Report: Pet Facilitated Therapy with Autistic Children.” *Journal of Autism and Developmental Disorders*, no. 19 (n.d.): 461–67.
- RIVELINE, J.P., D. DARDARI, S. FRANC, E. JACQZ-AIGRIN, J.C. CAREL, G. CHARPENTIER, and N. TUBIANA-RUFI. “O61 Évolution à long terme de l’HbA1c après 3 mois d’utilisation d’une mesure continue du glucose et retour aux auto-contrôles glycémiques chez des diabétiques de type 1.” *Diabetes & Metabolism* 35 (March 2009): A16. [https://doi.org/10.1016/S1262-3636\(09\)71753-7](https://doi.org/10.1016/S1262-3636(09)71753-7).
- ROBINSON, I. *The Waltham Book of Humain-Animal Interaction: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership*. Pergamon. Exeter, 1995.
- ROONEY, Nicola J., Steve MORANT, and Claire GUEST. “Investigation into the Value of Trained Glycaemia Alert Dogs to Clients with Type I Diabetes.” Edited by William Hughes. *PLoS ONE* 8, no. 8 (August 7, 2013): e69921. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069921>.
- SHERWANI, Shariq I., Haseeb A. KHAN, Aishah EKHZAIMY, Afshan MASOOD, and Meena K. SAKHARKAR. “Significance of HbA1c Test in Diagnosis and Prognosis of Diabetic Patients.” *Biomarker Insights* 11 (2016): 95–104. <https://doi.org/10.4137/BMI.S38440>.
- SIMON, K. H. “[Immunochemistry of blood plasma. II].” *Medizinische Monatsschrift* 30, no. 3 (March 1976): 136–38.
- “The Effect of Intensive Treatment of Diabetes on the Development and Progression of Long-Term Complications in Insulin-Dependent Diabetes Mellitus.” *New England Journal of Medicine* 329 (September 30, 1993): 977–86. <https://doi.org/10.1056/nejm199309303291401>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Use of Glycated Haemoglobin (HbA1c) in the Diagnosis of Diabetes Mellitus: Abbreviated Report of a WHO Consultation*. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva: World Health Organization, 2011. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304267/>.

VAL STRONG, , Stephen BROWN, , Margaret HUYTON, & Helen COYLE, and VAL STRONG. “Effect of Trained Seizure Alert Dogs on Frequency of Tonic–clonic Seizures,” 2002.

WAEBER, and PRUVOT. “Hypotension Orthostatique : À Quoi Penser et Que Faire?” *Revue Médicale Suisse*, no. 397 (September 11, 2013). <https://www.revmed.ch/RMS/2013/RMS-N-397/Hypotension-orthostatique-a-quoi-penser-et-que-faire>.

WHITE, Jennifer H., Martina QUINN, Sheila GARALAND, Dale DIRKSE, Patricia WIEBE, Madeline HERMANN, and Linda E. CARLSON. “Animal-Assisted Therapy and Counseling Support for Women With Breast Cancer: An Exploration of Patient’s Perceptions.” *Integrative Cancer Therapies* 14, no. 5 (September 2015): 460–67. <https://doi.org/10.1177/1534735415580678>.



**PEYRARD Marie**

**LE CHIEN AU SERVICE DE LA PEDIATRIE ; EXEMPLE DE L'ACCOMPAGNEMENT D'ENFANTS DIABETIQUES**

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon , 18 Décembre 2018

**RESUME :**

Le chien a de tout temps été utilisé par l'homme pour l'aider dans ses tâches quotidiennes. Après avoir trouvé une place dans nos foyers, il devient aujourd'hui assistant des thérapeutes auprès des plus faibles. Son emploi en zoothérapie est de plus en plus important du fait de ses qualités d'apprentissage, d'écoute et les bienfaits qu'il procure à l'humain. L'association ACADIA développe en France les chiens d'assistance pour les enfants diabétiques. Cette maladie auto-immune est une affection chronique dont le traitement est compliqué et contraignant. Les complications sont nombreuses et très handicapantes pour les malades. Le risque d'hypoglycémie, qui peut mener à au coma, est important et est à l'origine d'angoisse pour les patients et leurs proches. Les chiens d'alerte sont capables de détecter les hypoglycémies et les hyperglycémies dans l'odeur de la sueur des malades. Ils sont ainsi complémentaires aux différentes techniques de suivi déjà mises en place pour surveiller le diabète et préserver son équilibre. Enfin, ils apportent, en plus de leur appui technique, un soutien moral important et difficilement quantifiable.

**MOTS CLES :**

- Zoothérapie
- Pédiatrie
- Diabète
- Chien

**JURY :**

Président :	Monsieur le Professeur François GUEYFFIER
1er Assesseur :	Monsieur le Professeur Jean-Luc CADORE
2ème Assesseur :	Monsieur le Professeur Thierry BURONFOSSE

**DATE DE SOUTENANCE : 18 Décembre 2018**