

Influence des protéines et des lipides chez le diabétique de type 1 : un outil pour la pratique

Travail de Bachelor

Ansermet Olivia

N° matricule : 13851191

Aebi Anouk

N° matricule : 13851852

Directrice de TBSc : Kehl Dubois Corinne - Diététicienne diplômée, chargée
d'enseignement HES, Filière Nutrition et diététique

Membre du jury : Gastaldi Giacomo - Médecin - Chef de clinique aux Hôpitaux
Universitaires de Genève

Genève, juillet 2016

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute école de santé Genève, du Jury ou de la Directrice de Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste des références bibliographiques.

[Juillet 2016]

[AEBI Anouk, ANSERMET Olivia]

Remerciements

Nous souhaitons remercier nos proches, familles et amis pour leur soutien apporté durant la réalisation de ce travail. Spécifiquement, nous tenons à relever l'implication des personnes suivantes :

- Mesdames Christiane Renaud, Christine Sandoz et Tania Lehmann ainsi que Monsieur Aurélien Clerc pour le partage de leurs expériences professionnelles et leurs conseils précieux.
- Madame Corinne Kehl Dubois pour la supervision de notre travail ainsi que Mesdames Maaïke Kruseman, Ludivine Soguel-Alexander et Monsieur Raphaël Reinert pour leurs conseils quant à notre méthodologie de travail.
- Mesdames Anne-Françoise Aebi, Colette Ansermet et les sœurs Debergh pour la relecture.

Abréviations

Liste des abréviations selon leur ordre d'apparition dans le texte :

DT1 : diabète de type 1 ou diabétique de type 1

IF : insulinothérapie fonctionnelle

ADA : American Diabetes Association

LCG : lecteur de glycémies en continu

DT2 : diabète de type 2 ou diabétique de type 2

FID : Fédération Internationale du Diabète

NPH : Neutral Protamine Hagedorn

HC : hydrates de carbone

HbA1c : hémoglobine glyquée

NICE : National Institute for Health and Care Excellence

ATP : adénosine triphosphate

GLUT : Glucose Transporter

CC : corps cétonique

GEM-RCN : Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et Nutrition

DACH : acronyme utilisé pour désigner les pays suivants : Deutschland, Autriche et Suisse

CIQUAL : Centre d'Information sur la Qualité des Aliments

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BDSVN : base de données suisse des valeurs nutritives

Résumé

Introduction : Actuellement, la méthode du calcul des hydrates de carbone pratiquée à travers l'insulinothérapie est la méthode de référence dans la prise en charge du diabète de type 1 (DT1) pour déterminer la dose d'insuline prandiale. Grâce aux lecteurs de glycémies en continu, des rebonds glycémiques postprandiaux ont été objectivés et ont permis d'identifier l'impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies. Aucune recommandation de sociétés savantes n'adresse de conseils précis quant à la considération des protéines et des lipides dans la gestion du DT1.

Un médecin diabétologue nous a proposé d'initier un projet : identifier les repas susceptibles d'influencer les glycémies postprandiales des patients DT1, de par leur teneur en protéines et en lipides. En parallèle, une revue systématique a résumé les données actuelles concernant l'influence de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1. Ainsi, nous avons effectué un transfert de connaissances en traduisant les résultats de cette revue systématique, exprimés en grammes, en termes d'aliments.

Méthodologie : Dans un premier temps, nous avons interrogé des diététiciens dans le but d'identifier, dans leur pratique professionnelle, les repas influençant les glycémies des patients DT1, de par leur teneur en protéines ou en lipides. Dans un second temps, en nous basant sur les données d'une revue systématique, nous avons déterminé des seuils en grammes de protéines et de lipides pouvant potentiellement influencer les glycémies des patients DT1. Nous avons ensuite sélectionné des échantillons de repas dans trois types de restaurations différentes. Parmi ces échantillons, nous avons identifié les repas susceptibles de dépasser les seuils fixés et pouvant potentiellement influencer les glycémies des patients DT1. Nous avons calculé la teneur en protéines, lipides et hydrates de carbone des repas identifiés pour une portion habituellement consommée. Finalement, nous avons retenu parmi les repas calculés, ceux qui étaient les plus consommés en Suisse et avons réalisé une ébauche d'outil pour la pratique, qui les répertorie.

Résultats : Nous avons identifié plus de 700 repas susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1 parmi trois types de restaurations (traditionnelle, collective et rapide). Suite à un tri et à une catégorisation, nous avons calculé les valeurs nutritionnelles de 60 de ces repas. Les 40 plus consommés ont été retenus et répertoriés dans une ébauche d'outil destinée aux patients DT1.

Perspective : Premièrement, l'ébauche d'outil pourrait être finalisée sous forme de brochure, destinée aux patients DT1. Deuxièmement, une formation continue destinée aux professionnels, portant sur l'influence de la consommation de protéines et de lipides dans la gestion du DT1, pourrait être envisagée.

Conclusion : Dans l'attente de données supplémentaires issues de nouvelles études, l'ébauche d'outil que nous avons créée, constitue le premier support répertoriant des repas susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1 de par leur teneur en protéines et en lipides.

Mots-clés : diabète de type 1, glycémie postprandiale, protéines alimentaires, lipides alimentaires, repas

Table des matières

1. Introduction	9
2. Cadre de références	10
2.1 Le diabète	10
2.1.1 Définition	10
2.1.2. Incidence et prévalence	10
2.1.3. Justification de la population choisie	11
2.2. Insulinothérapie	11
2.2.1. Insuline.....	11
2.2.2. Moyen d'administration de l'insuline et bolus.....	12
2.2.3. Schéma insulinique	13
2.2.4. L'insulinothérapie fonctionnelle	13
2.2.4.1. Avantages et limites de l'insulinothérapie fonctionnelle	14
2.3. Recommandations de prise en charge du diabète de type 1.....	14
2.3.1. L'insulinothérapie	15
2.3.2. Autocontrôle.....	15
2.3.3. Thérapie nutritionnelle.....	15
2.4. Métabolisme glucidique	16
2.4.1. Chez une personne saine	16
2.4.2. Chez une personne diabétique de type 1	16
2.5. Métabolisme lipidique	18
2.6. Métabolisme protéique.....	18
2.7. Impact de la consommation de lipides et de protéines sur les glycémies des patients diabétiques de type 1.....	19
2.7.1. Résumé des données de la littérature : présentation d'une revue systématique.19	
2.7.1.1. Impact de la consommation de lipides sur les glycémies.....	21
2.7.1.2. Impact de la consommation de protéines sur les glycémies	22
2.7.1.3. Impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies ..	24
3. Problématique	25
4. Population choisie	26
5. Buts et objectifs	27
5.1. But général	27
5.2. Objectif général.....	27
5.3. Objectifs spécifiques	27
6. Méthodologie	28
6.1. Entretiens avec des professionnels	29
6.2. Elaboration d'un outil	30
6.2.1. Recherche d'un outil similaire.....	31

6.2.2.	Détermination de seuils en protéines et en lipides influençant la glycémie	31
6.2.3.	Identification des mets.....	31
6.2.3.1.	Création d'une grille d'identification de repas susceptibles d'influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1	32
6.2.3.2.	Sélection d'échantillons.....	33
6.2.3.3.	Catégorisation et sélection des repas.....	33
6.2.4.	Calcul des repas identifiés.....	33
6.2.4.1.	Détermination des portions	34
6.2.4.2.	Calcul de la valeur nutritionnelle.....	35
6.2.5.	Sélection des repas à inclure dans l'ébauche d'outil.....	35
7.	Résultats.....	36
7.1.	Entretiens avec les professionnels.....	36
7.1.1.	Observations des professionnels et prévalence de la problématique	36
7.1.2.	Connaissances des professionnels en lien avec la problématique	36
7.1.3.	Conseils adressés par les professionnels aux patients.....	36
7.1.4.	Manques et besoins des professionnels.....	37
7.2.	Création d'une ébauche d'outil pour la pratique	37
7.2.1.	Recherche d'outil similaire.....	37
7.2.2.	Détermination de seuils en protéines et en lipides influençant la glycémie	37
7.2.3.	Identification des mets.....	38
7.2.4.	Calcul des repas identifiés.....	39
7.2.5.	Sélection des repas à inclure dans l'ébauche d'outil.....	39
7.2.6.	Présentation de l'ébauche d'outil.....	40
8.	Discussion.....	42
8.1.	Rappel des résultats	42
8.2.	Points forts.....	42
8.3.	Limites et biais.....	43
8.3.1.	Limites et biais de la revue systématique	43
8.3.2.	Limites et biais de notre méthodologie	44
9.	Perspectives	46
10.	Conclusion.....	48
11.	Liste de références bibliographiques	49
12.	Annexes	I
	Annexe 1 : revue systématique sur l'impact des lipides, des protéines et de l'index glycémique sur les glycémies des patients diabétiques de type 1	I
	Annexe 2 : approche clinique de la revue systématique (version anglaise)	II
	Annexe 3 : protocole de travail de Bachelor	III
	Annexe 4 : trame pour les entretiens semi-dirigés.....	IV

Annexe 5 : fiche de consentement éclairé	V
Annexe 6 : grille d'identification des repas susceptibles d'être riches en protéines et/ou en lipides.....	VI
Annexe 7 : grille d'analyse de la qualité de la revue systématique annotée.....	VII
Annexe 8 : tableau de sélection des repas en restauration traditionnelle.....	VIII
Annexe 9 : tableau de sélection des repas en restauration collective	IX
Annexe 10 : tableau Excel pour le calcul des valeurs nutritionnelles des mets identifiés X	

1. Introduction

Les recommandations de prise en charge actuelles des patients diabétiques de type 1 (DT1) préconisent une éducation à l'insulinothérapie fonctionnelle (1–4). L'insulinothérapie fonctionnelle (IF) apporte une éducation thérapeutique qui apprend aux patients à doser l'insuline prandiale principalement en fonction de la quantité d'hydrates de carbone présents dans un repas. Généralement, une équipe pluridisciplinaire forme les patients à l'IF (diabétologue, infirmier en diabétologie et diététicien). L'American Diabetes Association (ADA) (1) conseille aux patients DT1 pratiquant l'IF l'usage des lecteurs de glycémies en continu (LCG) pour améliorer les résultats glycémiques. L'augmentation de l'utilisation des LCG dans la prise en charge des patients DT1, a permis de mettre en évidence des variations glycémiques postprandiales (5,6). Ainsi, l'influence de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1 a pu être établie.

Des données scientifiques affirment qu'un apport important en lipides et/ou en protéines provoque des variations glycémiques, indépendamment d'un apport en hydrates de carbone (6). De plus en pratique, certains professionnels constatent cette problématique chez les patients DT1 qu'ils prennent en charge. Une récente revue systématique (6) fait le point sur les connaissances actuelles concernant cette problématique. Les auteurs présentent une approche clinique. Dans cette dernière, ils présentent des seuils en protéines et en lipides à partir desquels les glycémies des patients DT1 pourraient être influencées. Cependant ces seuils, exprimés en grammes, ne sont pas utiles dans la pratique. Pour être utiles dans la pratique, ces seuils devraient être traduits en termes de repas.

Actuellement, aucune société savante n'adresse de recommandation concrète pour considérer les lipides et les protéines dans la gestion du DT1 (4,7–9). Les professionnels manquent de données et de moyens pour prendre en charge les patients DT1 dans le cadre de cette problématique. Suite à la demande d'un médecin diabétologue et sur la base de la revue systématique, nous avons effectué un transfert de connaissances : nous avons traduit les données issues de la recherche, exprimées en grammes, en termes d'aliments. Ainsi, le but de notre travail a été d'identifier les repas pouvant avoir un impact sur la glycémie des patients DT1, de par leur teneur en lipides et protéines.

Pour réaliser ce travail, nous nous sommes basées uniquement sur la revue systématique de Bell et al. (6). Peu d'études ont été menées sur la problématique de l'impact d'une consommation de lipides et de protéines sur les glycémies des patients DT1. Selon nos recherches, toutes les études concernant cette problématique ont été analysées dans la revue systématique, datant de 2015. Cette dernière est l'unique revue systématique disponible à ce jour. Les données sur lesquelles nous nous sommes basées constituent donc celles issues des études les plus probantes.

2. Cadre de références

2.1 Le diabète

2.1.1 Définition

Le diabète est une maladie caractérisée par des hyperglycémies. Ces dernières résultent d'un défaut de sécrétion d'insuline, d'action de l'insuline, ou des deux (10,11). Les deux formes principales du diabète sont présentées ci-dessous.

Le diabète de type 1 (DT1) est une maladie auto-immune caractérisée par une destruction des cellules β du pancréas et une absence de sécrétion d'insuline. Des facteurs génétiques sont à l'origine de cette maladie ainsi que de probables facteurs environnementaux. Cependant, beaucoup d'inconnues persistent quant à l'étiologie de cette maladie. L'absence d'insuline chez la personne DT1 ne permet pas l'homéostasie du glucose. Un traitement sous forme d'insuline exogène est nécessaire pour la survie. Cette forme de diabète se déclare le plus souvent durant l'enfance ou l'adolescence, même si elle peut se révéler à tous les âges de la vie. Les personnes atteintes de DT1 sont généralement de poids normal et de corpulence mince (10,11).

Le diabète de type 2 (DT2) est une maladie caractérisée par une insulino-résistance. L'insulino-résistance est favorisée par l'obésité et par une répartition abdominale de la graisse corporelle. Les adipocytes produisent des cytokines pro-inflammatoires en excès qui entravent la voie de signalisation de l'insuline (12).

L'insulino-résistance est définie par une baisse de l'action de l'insuline sur les tissus périphériques tels que foie, muscles et tissu adipeux. Dans le DT2, l'insulino-résistance diminue l'utilisation du glucose au niveau musculaire. En parallèle, elle favorise la libération d'acides gras par le tissu adipeux et stimule la néoglucogenèse hépatique. Ces deux mécanismes augmentent la glycémie (13). Pour compenser cette insulino-résistance, le pancréas sécrète davantage d'insuline et un hyperinsulinisme s'installe. Par épuisement du pancréas, l'hyperinsulinisme diminue. La sécrétion d'insuline devient résiduelle et ne permet plus de maintenir l'homéostasie glucidique. La sécrétion d'insuline résiduelle chez la personne DT2 est individuelle à chacun (5,12).

Des améliorations hygiéno-diététiques constituent le premier traitement du DT2. Si elles ne suffisent pas à normaliser la glycémie, un traitement pharmacologique est nécessaire. L'étiologie spécifique de cette maladie n'est pas connue. D'autres facteurs de risques tels que l'âge, la sédentarité ou la génétique favorisent la survenue du DT2 (10,11).

2.1.2. Incidence et prévalence

A l'échelle mondiale, 415 millions de personnes sont diabétiques DT1 et DT2 : cela représente 1 personne sur 11 (14). D'ici 2040, la prévalence du diabète DT1 et DT2 devrait augmenter de 55% selon les prévisions de la Fédération Internationale du Diabète (14). Ce phénomène, concernant surtout le DT2, est en partie lié au vieillissement de la population et à l'augmentation de la surcharge pondérale (11,14).

En Suisse, en 2015, la FID estime à 6.1 % la prévalence de personnes atteintes de DT1 et DT2. Cela représente près de 500'000 personnes. Dans la région lausannoise, l'étude CoLaus (15) estime à 6.6 % la prévalence de personnes DT1 et DT2. En Suisse, la prévalence du DT1 représente environ 8 à 10 % des diabètes, soit 40'000 personnes (11,14).

2.1.3. Justification de la population choisie

Dans le cadre de notre travail, nous avons en partie cherché à identifier l'impact de la consommation de protéines et/ou de lipides sur la glycémie de patients diabétiques. Afin de minimiser les biais pouvant avoir un impact sur la glycémie, nous avons choisi de cibler notre travail sur la population diabétique DT1.

Chez les personnes DT1, les mécanismes physiopathologiques sont relativement connus et homogènes entre les sujets. De plus, les lecteurs de glycémies en continu sont de plus en plus utilisés dans le contrôle glycémique (11). Ces aspects permettent d'identifier plus facilement l'impact des protéines et des lipides sur la glycémie. A l'inverse, les mécanismes de physiopathologie du DT2 sont hétérogènes entre les sujets. L'insulinorésistance est le « facteur physiopathologique majeur de la maladie » (5). Elle est variable entre les individus, non quantifiable et évolue en permanence avec l'avancée de la maladie. L'insulinorésistance, en entravant l'action de l'insuline sur les tissus périphériques, provoque une augmentation de la glycémie. Ce mécanisme interférant sur les glycémies, ne permet pas d'identifier l'impact d'une consommation de protéines et de lipides sur la glycémie (5,11).

2.2. Insulinothérapie

Un traitement par insuline est indispensable pour la survie des patients DT1 (5). Dans les chapitres suivants, les différentes insulines ainsi que leur moyen et méthodes d'administration sont présentées.

2.2.1. Insuline

L'insuline est un polypeptide, sécrété par les cellules des îlots de Langerhans dans le pancréas, chez les sujets sains non diabétiques. Elle est constituée de deux chaînes polypeptidiques (A et B) contenant respectivement 21 et 30 acides aminés. Les deux chaînes A et B sont reliées par deux ponts disulfures. Certains acides aminés présents sur la chaîne B forcent l'insuline à s'auto agréger. De telle manière, l'insuline produite par le corps se trouve sous une forme hexamérique (5,16).

Pour le traitement du diabète, les insulines disponibles sur le marché suisse sont obtenues par génie génétique (17). Une de ces insulines est comparable à l'insuline produite par le corps humain chez une personne saine. Cette dernière se nomme « insuline humaine ». Des modifications structurelles sont apportées à cette insuline humaine afin de créer des insulines analogues, possédant des propriétés pharmacodynamiques différentes (12). L'offre diverse en insulines permet de mimer davantage l'insulinosécrétion physiologique. Les différents types d'insulines peuvent se classer selon leur durée d'action.

Les paragraphes suivants présentent les insulines selon leur durée d'action. L'utilisation de ces insulines est détaillée aux chapitres 2.2.2 *Moyen d'administration de l'insuline et bolus* et 2.2.3. *Schéma insulinique*.

Analogue ultrarapide. Elle se présente sous forme monomérique et est obtenue à partir de l'insuline humaine (12). Pour la fabriquer, certains acides aminés présents sur la chaîne B de l'insuline humaine sont modifiés. De cette manière, la pharmacodynamique des analogues ultrarapides est accélérée : après injection sous-cutanée, l'effet hypoglycémiant se produit dès 15 à 20 minutes et le pic d'action se situe entre 1 et 2 heures. La durée d'action est de 3-4

heures (12). Les différents analogues ultrarapides commercialisés en Suisse sont : *Humalog®*, *Novo Rapid®* et *Apidra®* (18).

Insuline humaine, communément appelée « insuline rapide ou régulière ». Elle est identique à celle que nous trouvons dans le corps humain chez une personne saine et se trouve sous forme hexamérique (5). Une fois injectée en sous-cutanée, l'insuline humaine se dissocie en monomères avant de traverser les parois capillaires et de rejoindre la circulation sanguine. Ce mécanisme retarde le début de l'action de l'insuline et prolonge sa durée d'action, qui est en moyenne de 6 heures (5). L'effet hypoglycémiant intervient 20 à 30 minutes après l'injection et son pic d'action se situe entre 2 et 4 heures (12). Les insulines humaines disponibles en Suisse sont : *Actrapid®* et *Insuman Rapid®* (18).

Insuline intermédiaire. L'insuline intermédiaire de type NPH (Neutral Protamine Hagedorn) est obtenue à partir de l'insuline humaine sur laquelle a été ajoutée une protéine, la protamine. L'association entre l'insuline humaine et la protamine, forme un complexe dont la dissociation ralentit le passage de l'insuline à travers les parois capillaires (5,12). Pour cette raison, la durée d'action des insulines NPH est prolongée et varie entre 10 et 18 heures. L'effet hypoglycémiant apparaît 1 à 2 heures après l'injection et le pic d'action se situe entre 4 et 8 heures (12).

Les insulines intermédiaires disponibles sur le marché suisse sont : *Insulatard®*, *Huminsulin Basal®* et *Insuman Basal®* (18). Les insulines intermédiaires sont souvent utilisées en second choix car elles présentent deux désavantages majeurs. Premièrement, le pic d'action de ces insulines expose le patient DT1 à des risques d'hypoglycémies, entre 4 et 8 heures après l'injection. Deuxièmement, la durée d'action de ces insulines ne couvrent pas 24 heures, deux injections quotidiennes sont nécessaires lorsqu'elles sont utilisées pour couvrir les besoins de base (12).

Analogues lents. Des modifications structurelles sont apportées à l'insuline humaine afin de produire des analogues lents. Ces modifications confèrent aux analogues lents un effet retard une fois injectés (5,12). Les analogues lents disponibles en Suisse sont : *Lantus®*, *Levemir®*, *Tresiba®* et *Rysodeg®*. L'effet de chacun de ces analogues débute 2 heures après l'injection sous-cutanée. En revanche, leur durée d'action varie entre 20-22h, 22-24h, et >48 heures respectivement pour la *Levemir®*, la *Lantus®* et la *Tresiba®* (12,18).

Insuline biphasique (prémélangée). L'insuline biphasique est un mélange entre une insuline intermédiaire et un analogue ultrarapide. L'avantage de l'insuline biphasique est qu'elle diminue la fréquence des injections sous-cutanées. En revanche, elle présente les mêmes désavantages que ceux de l'insuline intermédiaire (12). Les insulines biphasiques disponibles en Suisse sont : *Humalog Mix®*, *NovoMix®*, *Insuman Combo®* et *Ryzodeg®* (18).

2.2.2. Moyen d'administration de l'insuline et bolus

L'insuline peut être administrée au moyen de deux vecteurs : par stylo à injections ou par pompe. En utilisant un stylo, le patient recourt à des injections multiples quotidiennes (13). Lorsque le patient est équipé d'une pompe, de petites quantités d'insuline analogue ultrarapide sont administrées en continu pour couvrir les besoins de base (interprandiaux et nocturnes). Le patient effectue ensuite de manière manuelle des bolus d'insuline analogue ultrarapide pour couvrir les pics glycémiques liés aux repas. Il existe différents modes d'administration de l'insuline par bolus (19) :

- **standard** : administration de l'insuline prandiale en une injection/bolus.
- **prolongé** (ou carré) : A l'aide d'un stylo à injection, l'insuline prandiale est administrée en deux fois (injection préprandiale et postprandiale).
Pour les patients porteurs de pompe, l'insuline prandiale est administrée en continu sur plusieurs heures.
- **mixte** : combinaison du bolus standard et du bolus prolongé.

L'utilisation de ces différents bolus permet à l'insulinothérapie de mimer davantage la sécrétion insulinique physiologique.

2.2.3. Schéma insulinique

Il existe plusieurs schémas insuliniques de traitement pour la personne DT1. Historiquement, certains schémas préconisaient, soit deux injections quotidiennes (matin et soir avec des mélanges d'insulines biphasiques), soit 3 injections quotidiennes (matin avec un mélange biphasique, midi avec une insuline rapide et le soir avec une insuline intermédiaire) (12). Les désavantages de ces schémas étaient les injections multiples et la prévalence des hyperglycémies le matin à jeûn, suite au phénomène de l'aube (12).

Actuellement, le traitement le plus utilisé est le schéma basal-bolus (13). Ce schéma comprend plusieurs injections : 1 à 2 injections quotidiennes d'analogue lent pour couvrir les besoins de base ainsi que plusieurs injections préprandiales d'analogue ultrarapide pour couvrir les pics glycémiques des repas. Grâce aux multiples injections, le schéma basal-bolus mime davantage l'insulinosécrétion physiologique fluctuante au cours de la journée (12). En comparaison aux autres schémas insuliniques, le schéma basal-bolus prévient davantage les hypoglycémies, surtout nocturnes, grâce à l'utilisation d'analogues lents qui ne présentent pas de pic d'action (ex: *Lantus®*)(12,20).

2.2.4. L'insulinothérapie fonctionnelle

L'insulinothérapie fonctionnelle (IF) est une approche thérapeutique, centrée sur le patient. L'IF « vise à éduquer le patient diabétique pour qu'il puisse adapter son insulinothérapie à son mode de vie » (13). L'IF est généralement donnée aux patients DT1, sous forme de cours en groupe. Durant ces rencontres, les patients apprennent à déterminer leurs besoins en :

- **insuline de base.** En pratique, 40 à 50% des besoins quotidiens en insuline sont administrés sous forme basale : soit avec un analogue lent lorsque le patient recourt aux injections multiples, soit avec un analogue ultrarapide lorsqu'il est équipé d'une pompe (12). Afin de vérifier la couverture des besoins de base par l'insuline basale administrée, un jour de jeûne est généralement proposé durant les cours d'IF (5,11).

- **insuline prandiale.** Par définition, « l'insuline prandiale a pour objectif de normaliser les glycémies 4 heures après le repas » (5). A travers l'IF, le patient apprend à déterminer l'insuline prandiale dont il a besoin aux repas, en tenant compte de la quantité d'hydrate de carbone (HC) consommés mais également de sa sensibilité à l'insuline. Premièrement, il apprend à calculer les HC consommés durant un repas. Deuxièmement, le patient détermine la quantité d'analogue rapide dont il a besoin pour couvrir les variations glycémiques occasionnées par la consommation de 10 g d'HC. De manière théorique durant l'IF, il est recommandé au patient de se baser sur un ratio insuline/HC équivalent à une unité d'insuline pour 10 g d'HC (12). A travers des repas-tests, le ratio insuline/HC est personnalisé (11). Ces

méthodes permettent au patient d'ajuster de manière optimale l'insuline prandiale à ses besoins (5,11).

- **insuline de correction.** Elle représente la quantité d'analogue rapide « qu'il convient de s'administrer pour corriger une hyperglycémie » (11). En cas de besoin, l'insuline de correction est ajoutée à la dose d'insuline initialement prévue aux repas ou pour les collations (5).

Durant les cours, les patients apprennent également à gérer leur traitement en cas de situations particulières (activité physique, voyages) (13).

2.2.4.1. Avantages et limites de l'insulinothérapie fonctionnelle

Les patients bénéficiant d'un programme d'insulinothérapie fonctionnelle (IF) améliorent leur contrôle glycémique, en réduisant le nombre d'hypo- et d'hyper-glycémies, et jugent leur qualité de vie meilleure (21,22). Grâce au calcul des hydrates de carbone (HC), les patients ont une plus grande liberté quant aux choix et à la quantité alimentaires. Ils profitent aussi d'une plus grande flexibilité quant aux horaires des repas (7,12,23).

Une prise de poids serait souvent constatée suite à la mise en place de l'IF. L'augmentation pondérale serait liée à un meilleur équilibre métabolique, au resucrage lors d'hypoglycémies et à la liberté des choix alimentaires (7,23,24). Certains auteurs (25) affirment néanmoins que la pratique de l'IF, ne semble pas influencer l'indice de masse corporelle des patients DT1.

Le calcul des HC, pratiqué à travers l'IF, est la méthode de référence pour la détermination de l'insuline prandiale (9). Bien que le calcul des HC permette d'améliorer les contrôles glycémiques (21), il présente quelques limites majeures. Premièrement, les erreurs d'estimation de la teneur en HC d'un repas sont fréquentes et péjorent le contrôle glycémique chez certains patients. En effet, selon une étude (26) dans 63% des cas, la quantité d'HC consommés dans un repas est sous-estimée : l'insuline administrée en fonction de la teneur en HC est alors insuffisante et les patients sont exposés à des hyperglycémies. De plus, dans une autre étude, Ahola et al. (27) indiquent que 64 % des patients DT1 présentent des hyper- ou hypo-glycémies postprandiales suite à une mauvaise estimation de l'insuline, reposant sur le calcul des HC. Deuxièmement, les repas à teneur élevée en protéines et/ou en lipides peuvent également fausser les résultats glycémiques. Malgré une estimation des HC correcte et une dose d'insuline prandiale adaptée, un apport important en protéines et/ou en lipides engendrent des variations glycémiques (détaillé au chapitre 2.7. *Impact de la consommation de lipides et de protéines sur les glycémies des patients diabétiques de type 1*). Tirés de la littérature, ces exemples de repas influencent les glycémies, indépendamment de leur teneur en HC : pizza ; menu Big Mac ; pâtes carbonara ; menu cheeseburger. Ces repas nécessitent une adaptation de la dose d'insuline prandiale et du type de bolus (28–31).

2.3. Recommandations de prise en charge du diabète de type 1

Les recommandations concernant le DT1 provenant de différentes sociétés savantes sont synthétisées ci-dessous. Seules les recommandations récentes concernant les personnes DT1 sont recensées.

2.3.1. L'insulinothérapie

L'American Diabetes Association (ADA) (32) indique que les personnes DT1 doivent être traitées par insuline en injections multiples (3 à 4 injections par jour d'insuline prandiale/basale) ou par pompe par injection sous-cutanée d'insuline en continu. L'injection sous-cutanée d'insuline par pompe peut être utilisée chez les personnes DT1 pour améliorer le contrôle glycémique et diminuer les hypoglycémies (33). Les personnes DT1, en particulier celles qui sont à risque d'hypoglycémie, doivent utiliser des insulines analogues afin de diminuer le risque d'hypoglycémie. Pour les personnes DT1 avec des hypoglycémies récurrentes, nocturnes ou non expliquées, un lecteur de glycémies en continu peut être considéré (32). La Canadian Diabetes Association (33) indique que le port d'un lecteur de glycémies en continu pour les personnes diabétiques traitées par insuline améliore la gestion du diabète.

Un programme d'insulinothérapie fonctionnelle éduquant le calcul des hydrates de carbone doit être proposé aux personnes DT1 (4,9). Ce programme aiderait à améliorer le contrôle glycémique (9).

2.3.2. Autocontrôle

L'ADA recommande aux patients diabétiques d'effectuer 6 à 10 contrôles glycémiques par jour, en fonction des besoins et objectifs glycémiques. Chez les personnes DT1, des contrôles glycémiques fréquents sont associés à une hémoglobine glyquée (HbA1c) basse et a des effets bénéfiques sur les complications du diabète. Un lecteur de glycémies en continu associé à l'insulinothérapie fonctionnelle est un outil utile afin d'abaisser l'HbA1c chez certains adultes DT1. En effet, une étude indique que le contrôle glycémique par lecteur de glycémies en continu a baissé l'HbA1c de 0.5 % chez les adultes de plus de 25 ans (1). Les glycémies à jeun et postprandiales sont corrélées avec le risque de complications du diabète (34).

2.3.3. Thérapie nutritionnelle

Une thérapie nutritionnelle devrait être apportée par un diététicien aux personnes diabétiques, et aiderait à améliorer les résultats du diabète (4,9). Donnée en groupe, la thérapie nutritionnelle est efficace car elle propose diverses activités pédagogiques (35). Les diététiciens devraient apprendre aux personnes DT1 à faire des choix alimentaires sains et à adapter les doses d'insuline en fonction des aliments consommés (4).

L'ADA indique que les hydrates de carbone (HC) sont le nutriment qui influencent le plus les glycémies et qu'il doit être le seul déterminant de la dose d'insuline prandiale (9). Evert et al. (2) indiquent que le calcul des HC améliore le contrôle glycémique chez les patients DT1.

Actuellement, aucune société savante (4,8,35) ne formule de recommandation concrète quant à la prise en charge des lipides et des protéines dans la gestion du diabète. L'ADA (9) indique que l'impact des protéines sur la glycémie des personnes DT1 est encore peu clair (traduction libre). Dans ses recommandations de 2015, l'ADA (36) indique que pour les individus qui maîtrisent le calcul des HC, une éducation au sujet de l'impact des protéines et des lipides sur les glycémies peut être incorporée dans la gestion du diabète (traduction libre). Dans les recommandations de 2016 (32), les propos sont nuancés : les individus maîtrisant le calcul des HC devraient être avisés que les lipides augmentent les concentrations de glucose et les besoins en insuline.

Le National Institute for Health and Care Excellence (NICE) (4) indique que les professionnels de la nutrition doivent être capables de donner des conseils nutritionnels sur des sujets communs de préoccupation chez les patients DT1, ou de solliciter l'aide de professionnels spécialisés afin d'y répondre (traduction libre). Une thématique sur laquelle les diététiciens doivent être aptes à répondre est celle de l'apport en protéines d'un patient diabétique. Cependant, dans cette recommandation les auteurs n'apportent aucune précision. Ainsi, il n'est pas possible de déterminer s'il est question de la répartition des protéines sur la journée ou bien de l'influence des protéines sur les glycémies postprandiales.

2.4. Métabolisme glucidique

Les principaux glucides présents dans notre alimentation sont regroupés en 3 familles : les monosaccharides, les disaccharides et les polysaccharides. Le rôle des glucides est de permettre aux cellules de produire de l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) grâce à la glycolyse (11).

Pour être assimilés par l'organisme, les poly- et di-saccharides sont hydrolysés en monosaccharides par des enzymes au niveau de la bordure en brosse de l'intestin. Après avoir été absorbés au niveau intestinal, les monosaccharides (>80% sous forme de glucose) se retrouvent dans la circulation sanguine. Trente pourcents du glucose présent dans la circulation sanguine sont captés par le foie, le reste est capté par les tissus périphériques (37). Après une période alimentaire, la glycémie augmente (37,38). Pour passer de la circulation sanguine aux cellules des tissus périphériques, le glucose utilise des transporteurs actifs. Ces derniers, appelés GLUT (Glucose Transporter), se trouvent à l'intérieur des cellules. Sous l'action de l'insuline et par processus d'exocytose, les GLUT parviennent à la surface des cellules et permettent le transport du glucose à l'intérieur de la cellule (11). Les transporteurs actifs spécifiques aux muscles et au tissu adipeux, les GLUT4, sont très dépendants de l'action de l'insuline (11).

2.4.1. Chez une personne saine

Chez une personne saine, une augmentation de la glycémie déclenche une libération d'insuline par le pancréas (37). Cette hormone est hypoglycémiante et anabolisante : elle favorise la glycogénogenèse hépatique et musculaire ainsi que la lipogenèse. La présence d'hormones hyperglycémiantes comme les catécholamines ou les glucocorticoïdes favorisent également une augmentation de la libération de l'insuline. Lorsque la glycémie diminue, les cellules α du pancréas sécrètent du glucagon. Cette hormone, antagoniste à l'insuline, est hyperglycémiante : elle favorise la glycogénolyse, la néoglucogenèse et la lipolyse. L'homéostasie glucidique est maintenue entre le rapport insuline/glucagon (11).

2.4.2. Chez une personne diabétique de type 1

Pour maintenir l'homéostasie glucidique chez le DT1, l'administration d'insuline exogène est nécessaire (5). Sans insuline, la personne DT1 est en hyperglycémie et s'expose à des complications à court et long termes. Cependant, un surdosage en insuline peut engendrer des hypoglycémies. D'autres facteurs comme l'activité physique, la faible consommation de glucides ou la consommation d'alcool peuvent être à l'origine d'hypoglycémies chez le DT1

(11). Les symptômes de l'hypoglycémie peuvent être des sueurs, des tremblements, des convulsions ou le coma (11). La *figure 1* (39) illustre les différentes conséquences métaboliques d'une carence en insuline chez le patient DT1.

Chez le sujet DT1 en l'absence d'insuline, le glucose sanguin ne peut pas être fourni aux cellules : la glycémie reste élevée (*Figure 1, numéro 1*). Cela engendre une stimulation de la sécrétion de glucagon au niveau du pancréas. Le glucagon favorise la glycogénolyse, la néoglucogenèse, la lipolyse et la protéolyse (11,40). Ces 4 mécanismes accentuent davantage les hyperglycémies et sont expliqués dans les paragraphes suivants.

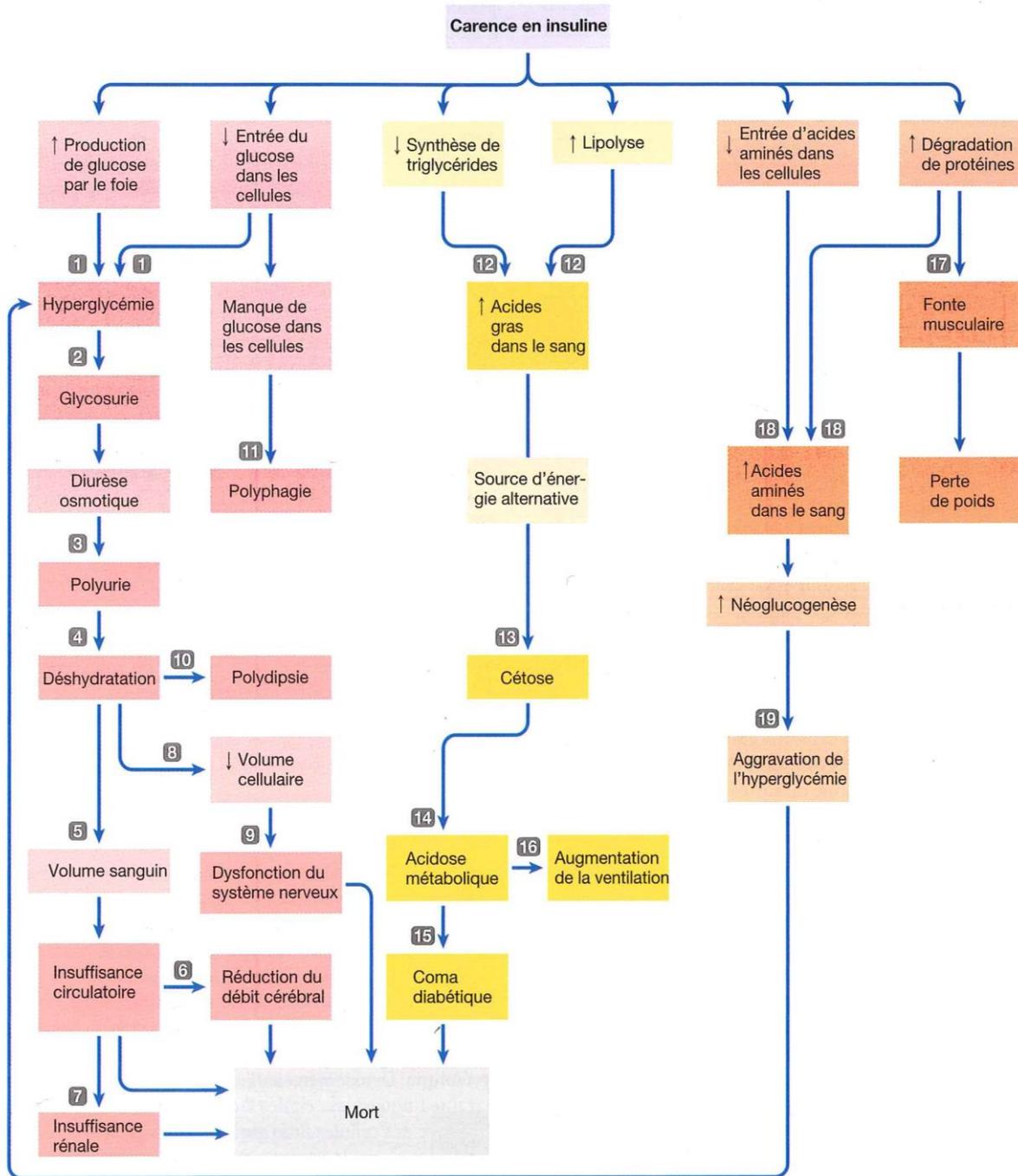


Figure 1 : Conséquences métaboliques d'une carence en insuline chez un patient diabétique de type 1.

Premièrement, la glycogénolyse libère du glucose à partir du glycogène hépatique (11). Sans insuline, la glycémie augmente. Ensuite, la néoglucogenèse hépatique produit du glucose à partir de glycérol ou d'acides aminés glucoformateurs. Les acides aminés proviennent de la protéolyse, tandis que le glycérol provient de la lipolyse (11,40). La néoglucogenèse hépatique participe à l'aggravation de l'hyperglycémie (*Figure 1, numéro 19*). Finalement, la lipolyse libère des acides gras à partir des triglycérides (*Figure 1, numéro 12*). Les acides gras sont oxydés dans les cellules et fournissent de l'ATP. En l'absence d'insuline, l'acétyl-Coa résultant de l'oxydation des acides gras, sert à la synthèse de corps cétoniques (CC) dans le foie. Des CC peuvent également être synthétisés à partir d'acides aminés cétoogènes. Les CC servent de substrats énergétiques pour les tissus glucodépendants en l'absence de glucose. Chez la personne DT1 privée d'insuline, des CC s'accumulent dans le sang (*Figure 1, numéro 13*). En présence d'une hyperglycémie et d'une accumulation importante de CC dans le sang, l'organisme entre en état d'acidocétose (*Figure 1, numéro 14*). L'acidocétose est une complication aiguë et sévère chez la personne DT1 non ou mal traitée (10,11).

2.5. Métabolisme lipidique

Les lipides alimentaires, une fois dans la circulation sanguine, sont hydrolysés en acides gras par les lipases. Les acides gras sont acheminés aux cellules musculaires et adipeuses. Ils sont oxydés dans les mitochondries des cellules musculaires pour fournir de l'ATP (11,37). Ils peuvent aussi être estérifiés sous forme de triglycérides dans les cellules adipeuses lorsqu'ils sont apportés en excès, via la lipogenèse. En présence d'insuline, la lipogenèse a lieu dans le tissu hépatique et intra-adipocytaire. A l'inverse, le glucagon favorise la lipolyse en hydrolysant les triglycérides en acides gras libres et glycérol (11).

Chez les personnes DT1 comme chez les personnes en santé, un apport important en lipides alimentaires retarde la vidange gastrique et entraîne une insulino-résistance. Les lipides augmentent la densité énergétique du bol alimentaire dans l'estomac : la vitesse de la vidange gastrique est diminuée. De ce fait, les nutriments passent dans l'intestin de manière retardée. Cela retarde l'élévation de la courbe glycémique postprandiale (41). D'autre part, l'insulino-résistance provoque une augmentation de la production hépatique de glucose via la néoglucogenèse et la glycogénolyse (23,42).

Lors d'un apport important en lipides, la β -oxydation engendre une diminution de 40 % du métabolisme de l'oxydation du glucose (43). Ce dernier est alors peu métabolisé et reste dans la circulation sanguine, ce qui provoque une hyperglycémie. Paterson et al. (42) citent deux mécanismes supplémentaires entrant en jeu dans l'élévation de la glycémie par l'apport en lipides : la néoglucogenèse à partir du glycérol et l'effet hyperglycémiant de plusieurs hormones telles que GLP-1, la grehline ou le GP1.

2.6. Métabolisme protéique

Les protéines composées de séquences d'acides aminés et reliées par des liaisons peptidiques, se renouvellent en permanence pour maintenir un bilan protéique équilibré (11).

Dans l'intestin grêle, les protéines sont hydrolysées en peptides et acides aminés qui sont absorbés par les entérocytes. Les peptides se retrouvent dans la circulation sanguine et sont acheminés vers les tissus et organes. En période alimentaire, les acides aminés exogènes et l'insulinémie favorisent la protéosynthèse. En période interprandiale, en situation de jeûne, ou

lors d'une carence en insuline chez le patient DT1, le glucagon et certaines hormones de régulation stimulent la protéolyse. La protéolyse dégrade des protéines intracellulaires et libère des acides aminés. Ces derniers servent à la synthèse de nouveaux acides aminés ou nouvelles protéines, de corps cétoniques ou de glucose. Le foie synthétise et dégrade les protéines circulantes, fabrique du glucose via la néoglucogenèse et synthétise les corps cétoniques. Bien que la protéolyse soit la source majeure d'acides aminés pour l'organisme, l'apport de protéines exogène est essentiel en apportant les acides aminés essentiels (11,37).

Un apport important en protéines alimentaires stimule la néoglucogenèse et la sécrétion de glucagon. Les protéines mettent à disposition une grande quantité d'acides aminés. Ces derniers sont transformés en glucose via la néoglucogenèse. Le glucagon stimule la glycogénolyse et la néoglucogenèse (42). Par ces deux mécanismes la glycémie augmente. De plus, une étude (44) démontre que le taux de glucagon est plus élevé chez les personnes DT1 que chez les personnes en santé. L'hyperglucagonémie stimule la néoglucogenèse, qui augmente la perte de protéines. L'hyperglucagonémie expose alors la personne DT1 à un risque d'hypercatabolisme protéique lors de carence en insuline. Finalement, un apport important en protéines stimulerait également la sécrétion de cortisol. Le cortisol provoque une augmentation de l'insulinorésistance et améliore les processus de protéolyse et de lipolyse (42,45).

2.7. Impact de la consommation de lipides et de protéines sur les glycémies des patients diabétiques de type 1

2.7.1. Résumé des données de la littérature : présentation d'une revue systématique

Bell et al. (6) ont mené une revue systématique intitulée « Impact of fat, protein and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes : implication for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. » (annexe 1). Dans les paragraphes suivants, nous ne traiterons pas de l'indice glycémique car nous avons ciblé notre travail sur l'influence des protéines et des lipides.

Cette revue systématique recense 10 essais cliniques traitant de l'impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1. Les auteurs de cette revue présentent une approche clinique pour la gestion des protéines et des lipides dans le DT1 (annexe 2). Dans la *figure 2*, l'approche clinique a été traduite en français (traduction libre) (6).

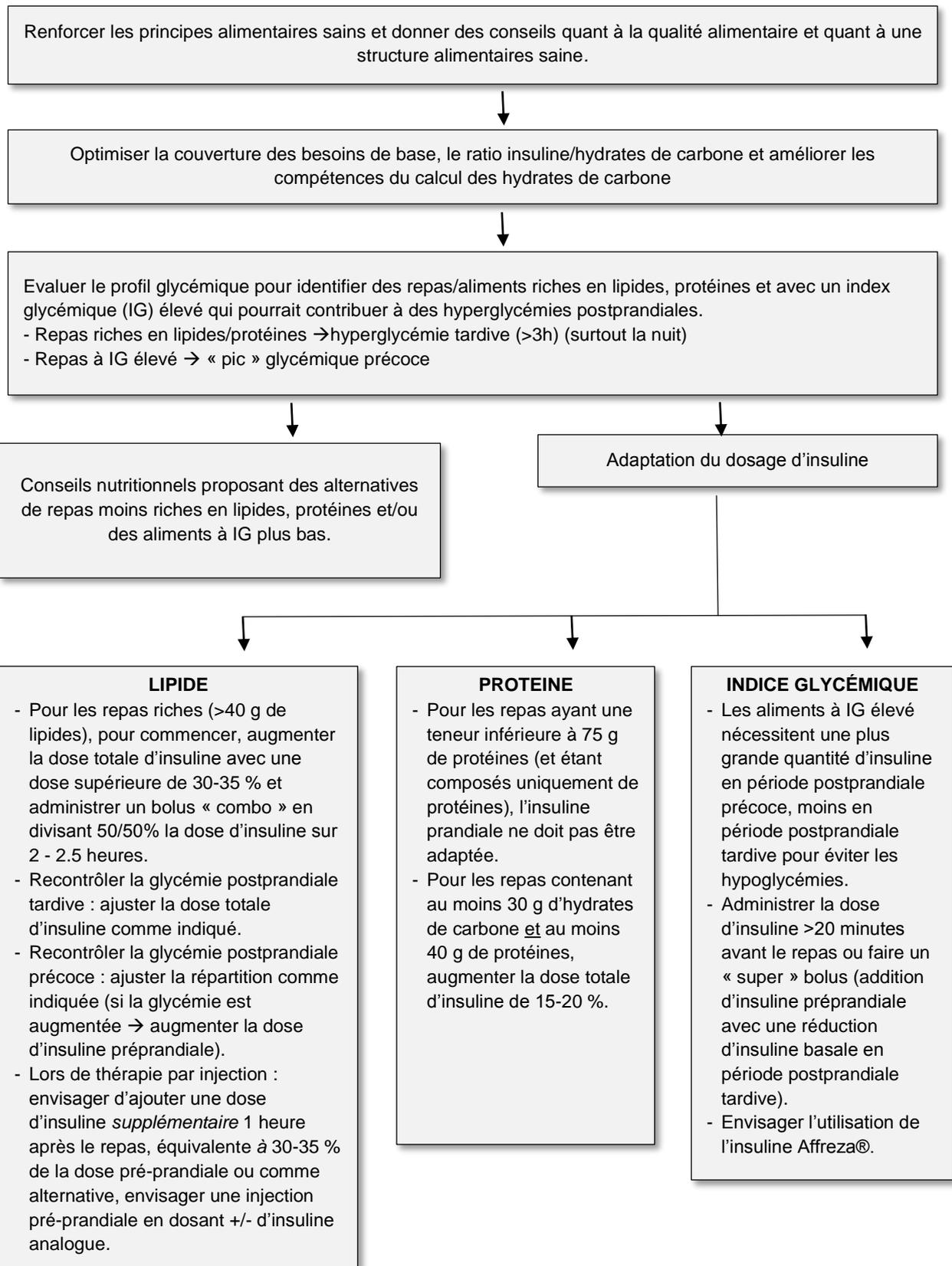


Figure 2 : Approche clinique proposée par Bell et al. prenant en compte l'effet des lipides, des protéines et de l'index glycémique sur les glycémies postprandiales des patients diabétiques de type 1.

IG = index glycémique ; g = gramme

Cette approche clinique repose sur les données existantes et permettrait d'améliorer le contrôle glycémique ainsi que de faciliter le dosage d'insuline lors de repas complexes. Un repas complexe présente une teneur élevée en protéines ou en lipides et un apport en hydrates de carbone (HC). Cependant, les auteurs indiquent que les différences interindividuelles concernant l'impact des macronutriments sur la glycémie restent une limite importante à la création d'un algorithme standardisé considérant les lipides et les protéines en plus des HC contenus dans un repas.

Dans les chapitres suivants, une synthèse des données actuelles issues de cette revue est présentée.

2.7.1.1. Impact de la consommation de lipides sur les glycémies

Toutes les études (31,41,46–50) ont rapporté des valeurs glycémiques postprandiales variables suite à la consommation de repas à teneur élevée en lipides. Dans ces études, les repas riches en lipides contiennent entre 35 et 60 g de lipides. La plupart des études démontrent une faible augmentation de la glycémie dans les premières heures suivant le repas, puis une hyperglycémie tardive.

Deux études (31,41) ont montré une **faible élévation glycémique durant les 2 à 3 premières heures postprandiales** d'un repas riche en lipides en comparaison avec un repas pauvre en lipides. Sur la *figure 3* (41), l'élévation de la courbe glycémique du repas riche en lipides (▲) contenant 38 g de lipides est faible durant les 2 premières heures, en comparaison avec le repas pauvre en lipides (○), contenant 2 g de lipides. Le pic glycémique maximum du repas pauvre en lipides est à 90 minutes. En comparaison, le repas riche en lipides atteint son pic glycémique maximum à 240 minutes.

Quatre études (41,46,48,49) ont montré une **élévation importante de la courbe glycémique avec des repas riches en lipides, retardée jusqu'à 90 minutes**, en comparaison avec les courbes glycémiques des repas pauvres en lipides.

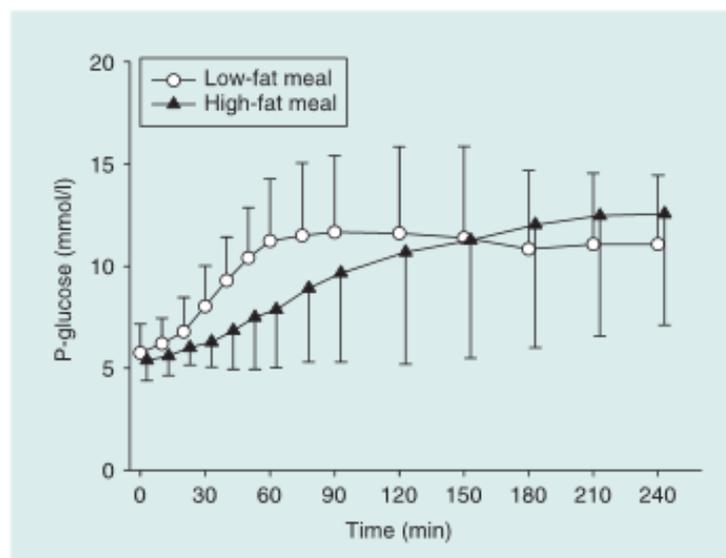


Figure 3 : Moyenne de courbes glycémiques entre 0 et 240 minutes postprandiales de patients diabétiques de type 1, ayant consommés soit un repas à teneur élevée en lipides ▲ (38 g) soit un repas à faible teneur en lipides ○ (2 g)
mmol/ = millimole par litre ; min =minutes

Sur la *figure 4* (48), le repas riche en lipides (●) contenant 37 g présente une courbe glycémique élevée et soutenue entre 90 et 180 minutes. En comparaison, le repas pauvre en lipides (○) contenant 9 g subit une diminution glycémique entre 60 et 180 minutes.

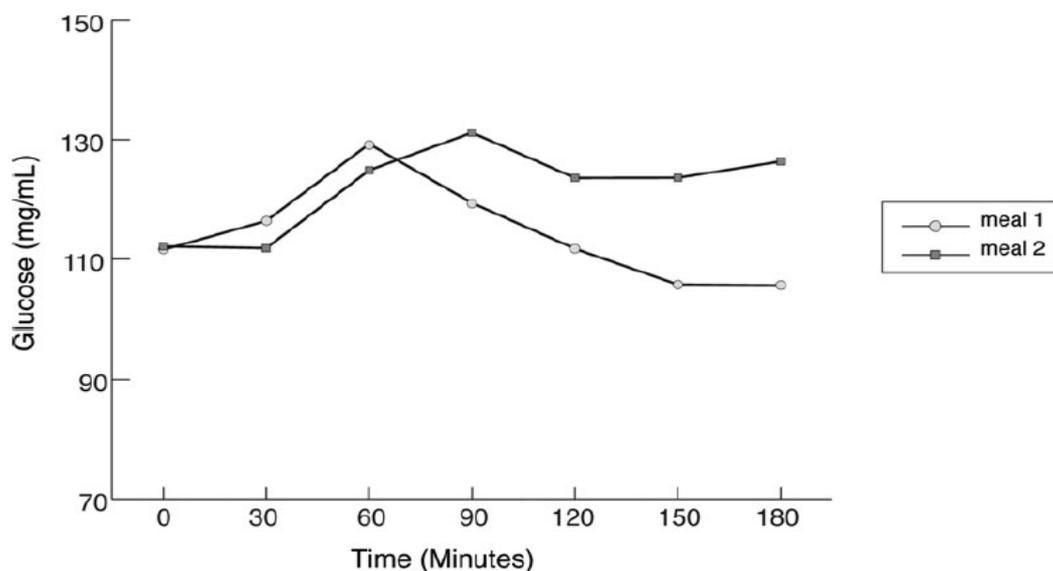


Figure 4 : Moyenne de courbes glycémiques entre 0 et 180 minutes postprandiales, de patients diabétiques de type 1, ayant consommés soit un repas riche en lipides ● (37 g), soit un repas pauvre en lipides ○ (9 g)
mg/mL = milligramme par millilitre

De plus, une étude (46) relève une glycémie de 2.3 mmol/l supérieure à la glycémie préprandiale, 5 heures après la consommation d'un repas riche en lipides contenant 35 g. Cependant ce repas contient également 40 g de protéines et l'élévation tardive de la glycémie pourrait être liée à ce facteur. Dans le même sens Wolpert et al. (50) montrent qu'un repas contenant 50 g de lipides provoque une hyperglycémie à plus de 5 heures postprandiales.

Une élévation glycémique retardée serait due au ralentissement de la vidange gastrique par un apport important en lipides (6). Dans ce sens, des hypoglycémies pourraient survenir en phase postprandiale précoce provoquées par un décalage entre l'effet hypoglycémiant de l'insuline et l'effet hyperglycémiant retardé d'une prise alimentaire riche en lipides (6).

Une élévation importante et soutenue de la glycémie serait due à l'insulinorésistance provoquée par un apport conséquent en lipides. Une insulinorésistance engendre une production hépatique de glucose (6).

2.7.1.2. Impact de la consommation de protéines sur les glycémies

Toutes les études (31,46–48,51–53) ont rapporté des hyperglycémies tardives suite à la consommation de repas à teneur élevée en protéines. Dans ces études, les repas riches en protéines contiennent entre 30 et 110 g de protéines.

Trois études (46,47,53) ont montré une **élévation de la glycémie jusqu'à 3 à 4 heures** après un repas riche en protéines. Smart et al. (46) ont rapporté une glycémie postprandiale de 2.6 mmol/l supérieure à la glycémie préprandiale, 5 heures après l'ingestion d'un repas contenant 40 g de protéines. Cependant ce repas contient également 35.2 g de lipides et l'élévation retardée de la glycémie pourrait être liée à ce facteur.

Une seule étude (51) s'est intéressée à l'impact glycémique occasionné par la consommation de protéines pures, sans hydrates de carbone ni lipides. Lors d'une prise alimentaire de protéines pures, la glycémie n'est influencée significativement qu'à partir de 75 g de protéines (Figure 5) (51). Après l'ingestion de 75 g de protéines pures, la glycémie augmente dès 100 minutes postprandiales et fait un pic à 300 minutes postprandiales. Cette élévation de la glycémie est semblable à celle provoquée par l'ingestion de 20 g d'hydrates de carbones sans injection d'insuline prandiale.

Aucun mécanisme pouvant expliquer une telle élévation de la glycémie postprandiale n'est expliqué dans la revue de Bell. et al.. Cependant deux études (46,51) issues de cette revue expliquent que la néoglucogenèse à partir des acides aminés et l'augmentation de la sécrétion de glucagon seraient responsables de cette élévation glycémique lors d'un apport riche en protéines.

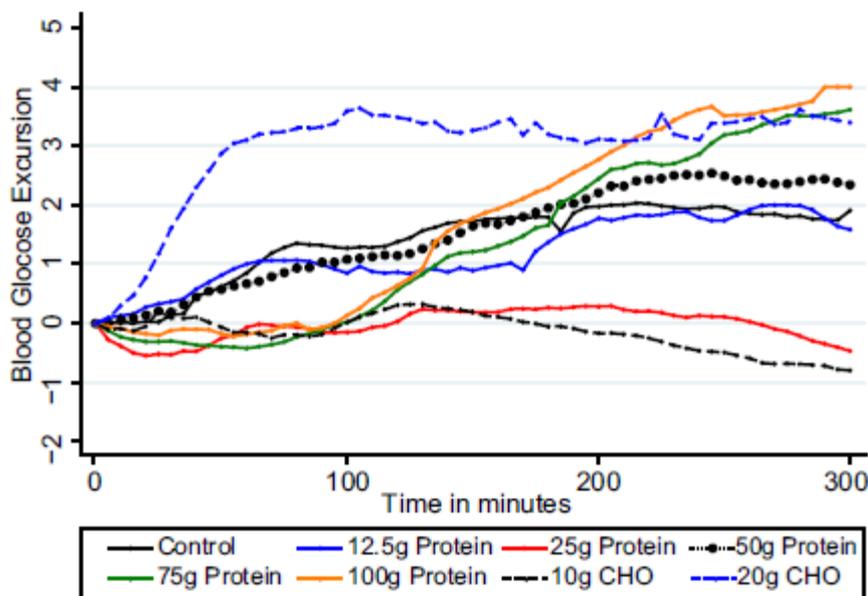


Figure 5 : Courbes glycémiques entre 0 et 300 minutes postprandiales de patients diabétiques de type 1, suite à l'ingestion de différentes quantités de protéines pures (12.5 g ; 25 g ; 50 g, 75 g ; 100 g) et suite à l'ingestion de différentes quantités de glucose (10 g et 20 g). Le groupe contrôle de patients diabétiques de type 1 a consommé de l'eau.

g = gramme

2.7.1.3. Impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies

Pour les repas à teneur élevée en protéines et en lipides, une étude (46) a démontré que leurs effets sur la glycémie sont additifs. Cette étude a testé des repas similaires à base de pancakes enrichis en lipides et/ou en protéines, avec une teneur constante en glucides. A 180 minutes, l'élévation glycémique du repas riche en protéines additionnée à l'élévation glycémique du repas riche en lipides, est égale à l'élévation glycémique du repas riche en protéines et en lipides (Figure 6) (46).

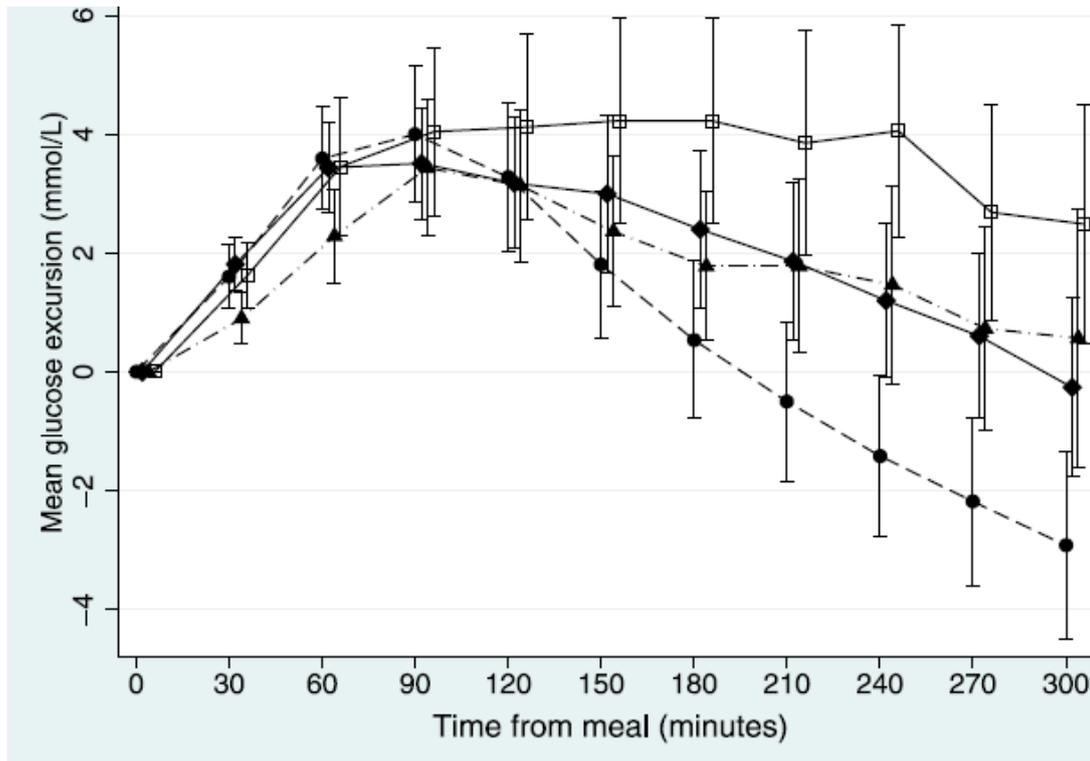


Figure 6 : courbes glycémiques d'un repas pauvre en protéines et en lipides ● (teneur en protéines : 5.3 g ; teneur en lipides : 4g), d'un repas pauvre en protéines et riche en lipides ▲ (teneur en protéines : 5,3 g ; teneur en lipides : 35 g), d'un repas riche en protéines et pauvre en lipides ▼ (teneur en protéines 40 g ; teneur en lipides 3.9 g), d'un repas riche en protéines et en lipides □ (teneur en protéines : 40 g ; teneur en lipides : 35.2 g).

mmol/L = millimole par litre

3. Problématique

Actuellement, l'insulinothérapie fonctionnelle (IF) est la méthode de référence pour le traitement du DT1. L'IF semble améliorer le contrôle glycémique des patients mais présente une limite majeure. En effet, étant basée en partie sur le calcul des hydrates de carbone (HC), l'IF ne tient pas compte de l'impact des protéines et des lipides sur les glycémies des patients DT1. Or certains repas, indépendamment de leur teneur en HC et d'un dosage correct en insuline prandiale, sont problématiques pour les patients DT1 : ils engendrent des variations glycémiques retardées et/ou accentuées de par leur teneur en lipides et/ou en protéines.

Une récente revue systématique (6) décrit l'impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1. Les informations pertinentes de cette revue sont résumées ci-dessous :

- Dans les études issues de la revue systématique, les **repas riches en lipides** influençant les glycémies des patients DT1, **contiennent entre 35 à 60 g** de lipides dans un repas.
- La consommation d'un repas riche en lipides induit :
 - o une élévation atténuée de la courbe glycémique durant les 2-3 premières heures postprandiales
 - o des hyperglycémies jusqu'à plus de 3 heures postprandiales.
- Les mécanismes d'action impliqués sont :
 - o la diminution de la vitesse de la vidange gastrique retardant l'absorption du glucose au niveau intestinal
 - o l'insulinorésistance favorisant la production hépatique de glucose

- Dans les études issues de la revue systématique, les **repas riches en protéines** influençant les glycémies des patients DT1, **contiennent entre 30 et 110 g** de protéines dans un repas.
- La consommation d'un repas riche en protéines influence les glycémies des patients DT1 en augmentant l'élévation de la courbe glycémique jusqu'à 3-4 heures postprandiales.
- Dès la consommation de 75 g de protéines pures (sans hydrates de carbone ni lipides), les glycémies des patients DT1 sont influencées.
- Les mécanismes d'action impliqués sont :
 - o la stimulation de la néoglucogenèse hépatique à partir des acides aminés
 - o la stimulation de la sécrétion de glucagon favorisée par un apport en acides aminés

Les auteurs de cette revue proposent une approche clinique (annexe 2). Cette dernière permet d'adapter la dose et le moyen d'administration de l'insuline lors de repas riches en protéines et/ou en lipides. Cependant, les valeurs de lipides et de protéines présentées dans cette approche clinique sont exprimées en grammes et nécessitent d'être traduites en termes de repas pour être utilisées dans la pratique.

4. Population choisie

Notre population cible est les personnes diabétiques. Spécifiquement, notre travail s'adresse uniquement aux personnes DT1 pour les raisons détaillées au point 2.1.3. *Justification de la population choisie*. De plus, notre projet a été réalisé pour les patients DT1 pratiquant l'insulinothérapie fonctionnelle et ayant une bonne gestion de leur diabète. En effet, les recommandations américaines (ADA) (32) citent que « les personnes maîtrisant le calcul des hydrates de carbones peuvent être éduquées au fait que les lipides augmentent les concentrations de glucose sanguin et augmentent le besoin en insuline ». Les professionnels interrogés dans le cadre de notre travail confirment aussi la nécessité d'éduquer l'impact glycémique des protéines et des lipides uniquement aux personnes DT1 qui ont « une très bonne gestion de leur diabète ». Le résumé des entretiens de ces professionnels est détaillé au point 7.1. *Entretiens avec les professionnels*.

5. Buts et objectifs

5.1. But général

Le but de notre travail est d'identifier les repas problématiques qui pourraient avoir une influence sur les glycémies postprandiales, de par leur teneur en protéines et en lipides, auprès des patients diabétiques de type 1.

5.2. Objectif général

L'objectif général de notre travail est de transposer les données scientifiques relatives à l'influence des protéines et des lipides sur les glycémies des patients diabétiques de type 1, en identifiant les repas concernés.

5.3. Objectifs spécifiques

- A partir d'une revue systématique récente, déterminer un seuil de protéines et un seuil de lipides en grammes à partir desquels les glycémies peuvent être influencées chez les patients diabétiques de type 1.
- Identifier les repas à teneur élevée en lipides et en protéines pouvant influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1, à travers des entretiens semi-dirigés auprès des professionnels.
- Définir une méthodologie pour identifier les repas, habituellement consommés en Suisse, à teneur élevée en lipides et en protéines pouvant influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1.
- Identifier les repas à teneur élevée en lipides et en protéines pouvant influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1, à travers l'analyse de l'offre alimentaire Suisse.
- Répertorier dans un tableau les repas identifiés et habituellement consommés en Suisse.
- Réaliser un projet d'outil répertoriant les repas les plus consommés, les plus riches en protéines et les repas les plus riches en lipides, pour les patients diabétiques de type 1.

6. Méthodologie

Comme convenu dans notre protocole (annexe 3), nous avons effectué un *transfert de connaissances* en synthétisant des données scientifiques issues de la recherche dans le but de les transmettre aux patients (54). Le *transfert de connaissances* est un « processus dynamique et itératif qui englobe la synthèse, la dissémination, l'échange et l'application conforme à l'éthique des connaissances dans le but d'améliorer la santé » (55).

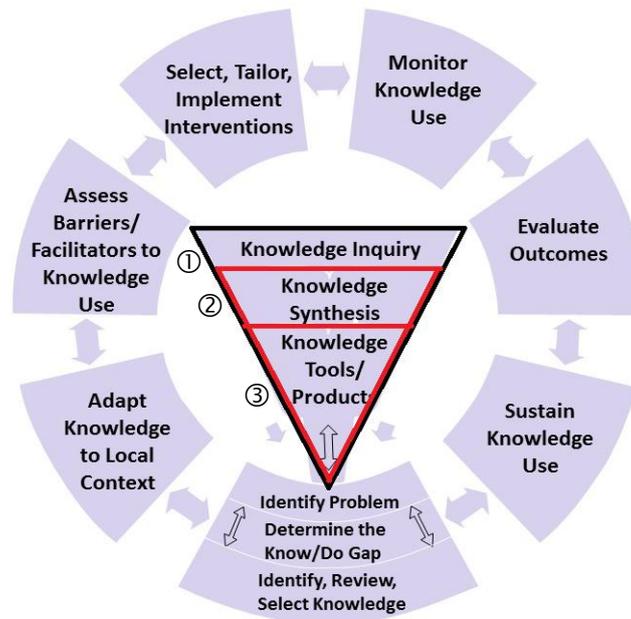


Figure 7 : Etapes du transfert de connaissances

- A) Création de connaissances
 - 1) Extraction de données
 - 2) Synthèse de données
 - 3) Création d'outil
- B) Cycle d'application des connaissances

Un *transfert de connaissances* se déroule en deux grandes étapes. Premièrement, il implique la création de connaissances puis deuxièmement l'application de ces connaissances dans les différents milieux (*Figure 7*) (54). Dans le cadre de notre travail, nous sommes restées dans la partie *création de connaissances*, qui se déroule en trois étapes : extraction de données de la recherche, synthèse de ces données puis création d'un outil (*Figure 7, respectivement numéros 1, 2 et 3*) (54).

Dans le contexte de notre travail, les étapes d'extraction et de synthèse de données issues de la recherche ont été effectuées à travers la revue systématique (6). En binôme, nous nous sommes également chargées d'une extraction et d'une synthèse de données en analysant l'offre alimentaire suisse et en identifiant les repas susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1.

Pour notre travail, nous nous sommes en partie concentrées sur la dernière étape du transfert de connaissances qui est la création d'un outil d'aide à la décision pour les patients. Un outil d'aide à la décision a pour but de « transformer les données les plus probantes disponibles [...] pour renseigner les patients au sujet de leur option » (56).

Les grandes étapes de notre méthodologie sont décrites ci-dessous.

6.1. Entretiens avec des professionnels

Afin de se rendre compte des pratiques actuelles des diététiciens prenant en charge les patients DT1, nous avons réalisé des entretiens semi-dirigés (annexe 4). Par l'intermédiaire de notre directrice de travail de Bachelor nous avons pris contact avec les professionnels sensibilisés à la problématique de l'influence de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1. Pour les interroger, nous nous sommes rendues sur leur lieu de travail ou avons mené l'entretien par téléphone. Les professionnels ont été interrogés individuellement par un membre de notre binôme. En début d'entretien, nous leur avons expliqué la thématique de notre travail de Bachelor et leur avons demandé de signer une fiche de consentement (annexe 5). Les entretiens ont été enregistrés et anonymisés.

Les buts de ces entretiens étaient de :

- déterminer la prévalence de la problématique de l'influence des protéines et des lipides sur les glycémies postprandiales chez les patients DT1 ;
- délimiter les connaissances des professionnels sur cette problématique ;
- identifier les conseils qu'ils adressent à leurs patients DT1 en lien avec cette problématique ;
- identifier les manques et les besoins en lien avec cette problématique, dans la pratique actuelle ;
- identifier les repas problématiques évoqués par les patients DT1, rencontrés dans leur pratique professionnelle.

6.2. Elaboration d'un outil

La figure 8 schématise le détail de certaines étapes.

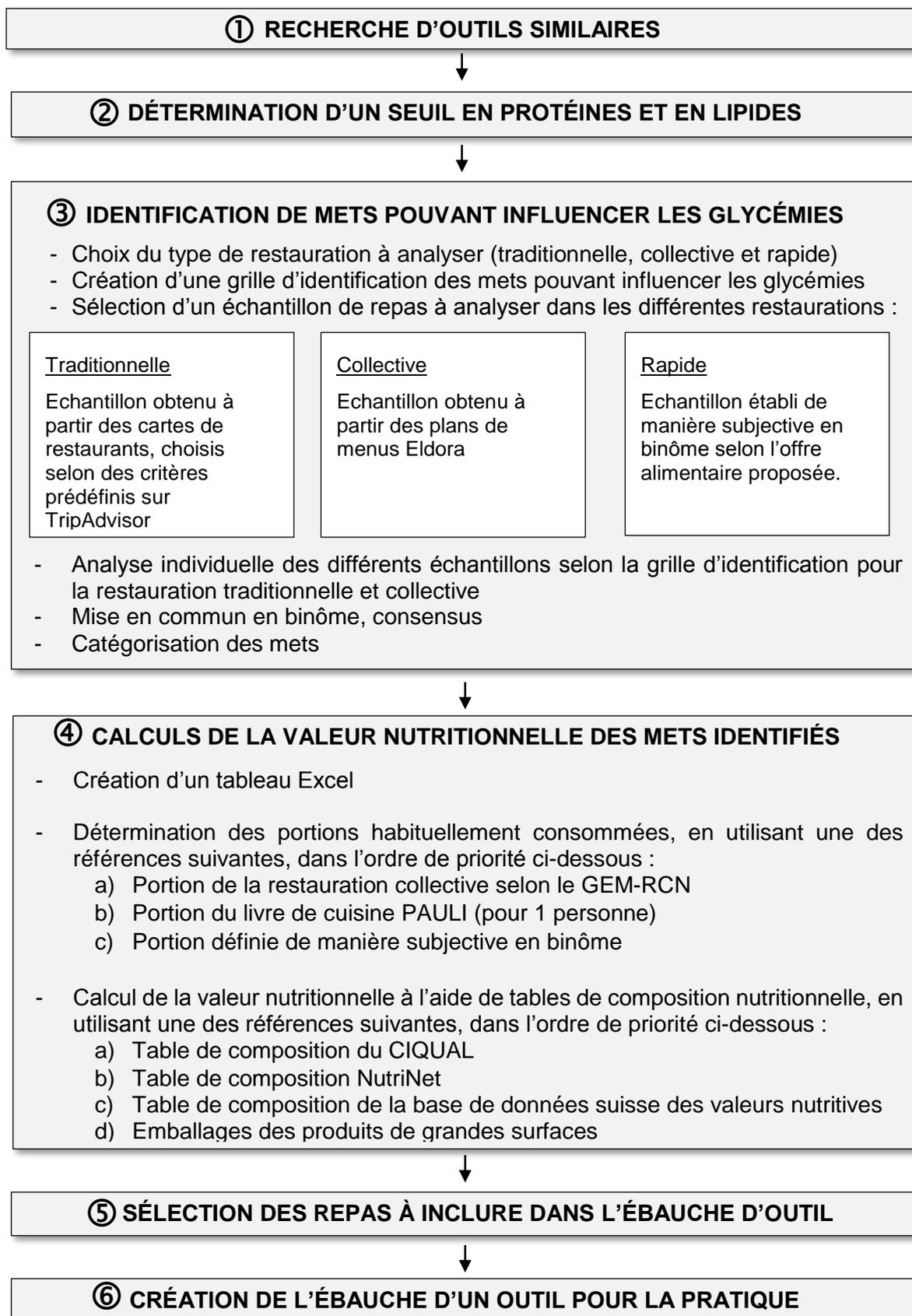


Figure 8 : Présentation des différentes étapes de l'élaboration de l'ébauche d'outil pour la pratique

6.2.1. Recherche d'un outil similaire

Au début du projet, nous avons investigué l'existence d'un éventuel outil tenant compte de la consommation de protéines et de lipides dans la gestion du DT1. Nos recherches ont été menées auprès de différentes sociétés savantes et organismes : Canadian Diabetes Association, Société francophone du diabète, American Diabetes Association, National Institute for Care and Health Excellence, Association Suisse du Diabète.

6.2.2. Détermination de seuils en protéines et en lipides influençant la glycémie

Nous avons déterminé un seuil de protéines et un seuil de lipides en grammes, à partir desquels la glycémie pourrait être influencée de manière significative et nécessiterait une adaptation de la dose et de la méthode d'administration de l'insuline. Pour déterminer ces seuils, nous nous sommes basées sur la revue systématique de Bell et al. (6) car elle résume toutes les données récentes en lien avec l'influence de la consommation de protéines et de lipides chez les patients DT1. Nous avons analysé la qualité de cet article grâce à la grille de l'Academy of Nutrition and Dietetic (57) traduite par la Haute Ecole de Santé de Genève. Pour remplir cette grille, nous avons convenu de ne cocher que les items « oui » ou « non ».

Pour déterminer des seuils, nous avons comparé les teneurs en protéines et en lipides des repas décrits comme « riches » dans les études analysées à travers la revue de Bell et al.. Ensuite, nous avons comparé les teneurs des repas « riches » en lipides et en protéines des études avec l'approche clinique proposée (annexe 2). Suite à la comparaison de ces données, nous avons défini un seuil de lipides ainsi qu'un seuil de protéines, en grammes, à partir desquels les glycémies pourraient être influencées (voir dans 7. *Résultats*, chapitre 7.2.2. *Détermination de seuils en protéines et en lipides influençant la glycémie*).

Un seuil conjoint de protéines et de lipides n'a pas été établi. En effet, la revue ne présente que peu de données sur le sujet. De plus l'approche clinique proposée par la revue ne considère pas ce facteur. Un seuil de protéines pures, c'est-à-dire un seuil reflétant la consommation isolée de protéines comme seul nutriment, n'a également pas été établi. En effet, aucun repas ne contient uniquement que des protéines.

6.2.3. Identification des mets

En pratique, les seuils que nous avons fixés ne permettent pas d'adresser des conseils précis en termes de repas, aux patients. Ceci explique pourquoi nous avons décidé de traduire ces seuils en termes de repas. Afin de créer un outil qui soit représentatif des habitudes alimentaires de la population suisse, nous avons identifié des mets dans différents types de restaurations. Selon GastroSuisse (58), les trois types de restaurations hors domicile les plus fréquentés par la population suisse sont la restauration traditionnelle (35.3 %), rapide (27.6 %) et collective (20.2 %). En restauration traditionnelle la dépense moyenne de la population suisse pour un repas est de 21,91 francs (58). Ce critère nous a permis de sélectionner des restaurants, proposant un prix moyen de 20 à 30 francs pour un repas, dans lesquels la population suisse pourrait potentiellement se rendre. Ainsi, nous avons identifié des repas proposés dans des établissements pouvant correspondre aux habitudes des patients DT1.

6.2.3.1. Création d'une grille d'identification de repas susceptibles d'influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1

Nous avons créé une grille d'identification de repas susceptibles d'être riches en protéines et/ou en lipides (Figure 8, numéro ③) (annexe 6). Cette grille avait pour but de nous aider à identifier un échantillon de mets dans la restauration traditionnelle et collective.

Puisqu'un repas peut être composé d'une entrée, d'un plat et d'un dessert, nous avons adapté les seuils fixés de protéines et de lipides à partir desquels les glycémies des patients DT1 pourraient être influencées. En effet, même si la teneur en protéines ou en lipides d'un plat ne dépasse pas le seuil fixé, l'addition des teneurs en protéines ou en lipides d'une entrée, d'un plat et d'un dessert peut dépasser ce seuil (Figure 9). Ainsi, nous avons « réparti » les grammages du seuil de protéines ainsi que les grammages du seuil de lipides que nous avons déterminés entre une entrée, un plat et un dessert. De telle manière, le total des grammes du « menu composé » correspond au seuil fixé de protéines et au seuil fixé de lipides, déterminés à partir de la revue de Bell et al. (6).

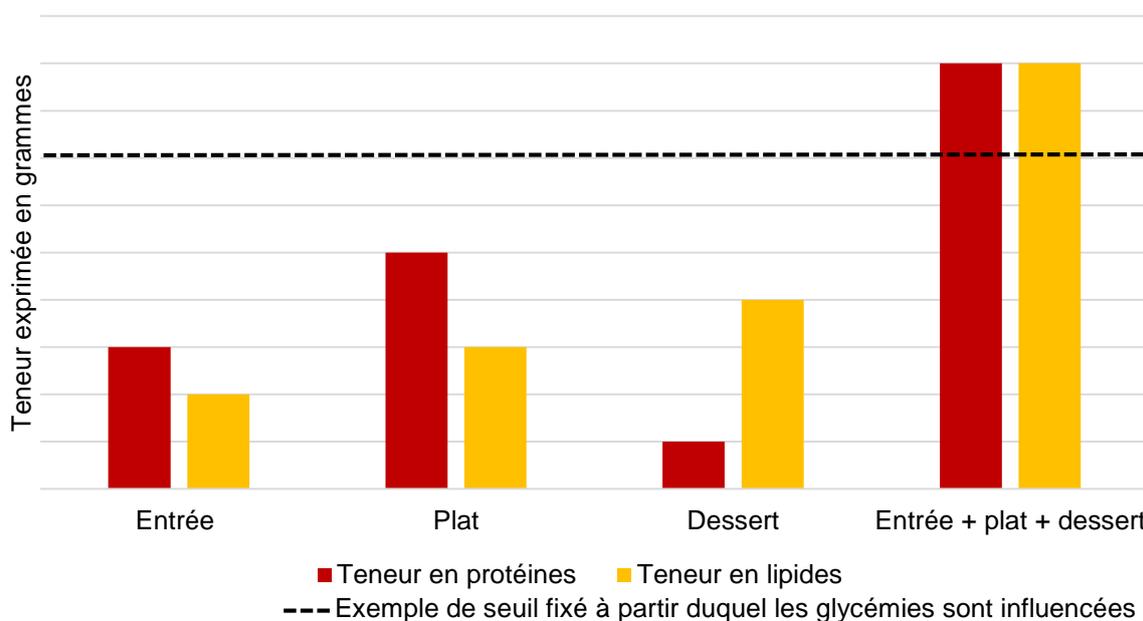


Figure 9 : Représentation des teneurs en protéines (rouge) et en lipides (jaune) d'une entrée, d'un plat et d'un dessert, qui une fois additionnées dépassent le seuil fixé à partir duquel les glycémies pourraient être influencées (traitillé).

Ainsi, pour établir les critères de la grille de sélection nous avons défini qu'un mets était retenu lorsque :

- La teneur en protéines et/ou en lipides était supérieure à 20 g, pour les plats
- La teneur en protéines et/ou en lipides était supérieure à 10 g, pour les entrées et les desserts.

Ces critères nous ont permis de définir des repas « riches » en protéines ou en lipides. De plus, la table de composition NutriNet (59) considère un mets « riche » en protéines ou en lipides à partir de 20 g de lipides ou 20 g de protéines pour 100 g de préparation.

Nous avons également établi des critères pour identifier les mets riches en lipides, en nous basant sur les recommandations de Fourchette Verte (60). Les critères sont présentés sur la grille de sélection (annexe 6). Pour l'utilisation de la grille, nous avons établi des consignes (annexe 6).

6.2.3.2. Sélection d'échantillons

A l'aide de la grille d'identification, nous avons sélectionné différents échantillons de mets susceptibles d'impacter sur les glycémies selon leur teneur en protéines et lipides (*Figure 8, numéro ③*).

- Restauration traditionnelle

Pour sélectionner un échantillon de mets en restauration traditionnelle, nous avons utilisé TripAdvisor (61). Ce moteur de recherche nous a permis de sélectionner des établissements dans deux régions distinctes, selon des critères prédéfinis :

- type d'établissement : restaurants
- type de cuisine : suisse, française, italienne, asiatique et steakhouse
- premier prix moyen : entre 20.- et 30.-
- carte des mets disponible en ligne et présentant plus de 15 plats
- affichage des résultats : selon « classement des notes »

Sur la base de ces critères, nous avons sélectionné des établissements en binôme. De manière individuelle, nous avons ensuite analysé les cartes de ces restaurants à l'aide de la grille d'identification (annexe 6). Nos résultats ont été mis en commun. Lors d'un désaccord, un consensus a été établi.

- Restauration collective

Pour sélectionner un échantillon de mets en restauration collective, nous avons demandé à Eldora de nous transmettre deux mois de plans de menus. Eldora est une entreprise de restauration de collectivité en Suisse.

Nous avons analysé ces plans de menus avec la grille d'identification des mets. Pour l'analyse des plans de menus, nous avons identifié les mets de manière individuelle, puis avons mis en commun nos résultats. Lors d'un désaccord, un consensus a été établi.

- Restauration rapide

Pour analyser les mets proposés en restauration rapide, nous avons subjectivement identifié trois types de repas : les menus Mac Donalds, les kebabs et les sandwiches.

6.2.3.3. Catégorisation et sélection des repas

Après avoir identifié les mets de restauration traditionnelle et collective, nous avons constaté que plusieurs mets se ressemblaient (par exemple : cordon bleu et escalope panée) ou étaient rarement consommés en Suisse (par exemple : os à moelle ; poulpe grillé). En binôme, nous avons fait un tri subjectif en ne gardant que les mets fréquemment consommés.

6.2.4. Calcul des repas identifiés

Le calcul des valeurs nutritionnelles a été effectué à l'aide d'un tableau Excel (*Figure 8, numéro ④*). Pour chaque mets, nous avons indiqué :

- les valeurs nutritionnelles en protéines, lipides et glucides, ainsi que la valeur énergétique pour 100 g.
- la table de composition nutritionnelle utilisée pour les références des valeurs nutritionnelles pour 100 g.
- l'appellation sous laquelle figurait le mets dans la table de composition utilisée.
- la portion habituellement consommée, en grammes.
- La référence utilisée pour la détermination de la portion habituellement consommée.

Le calcul des repas identifiés s'est déroulé en deux étapes. Premièrement, nous avons déterminé des portions pour les mets identifiés, puis nous avons calculé la valeur nutritionnelle pour chaque portion à l'aide de tables de compositions nutritionnelles. Ces deux étapes sont détaillées ci-dessous.

6.2.4.1. Détermination des portions

Pour déterminer les portions habituellement consommées en restauration traditionnelle, collective ou rapide nous nous sommes basées sur les recommandations du Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et Nutrition (GEM-RCN) (62). Le GEM-RCN est un organisme français qui adresse des recommandations pour la restauration collective. Le principal avantage de ce document, datant de 2015, est qu'il présente pour chaque population, des portions précises d'aliments ou de plats composés. Les grammages proposés par le GEM-RCN sont plus précis que ceux indiqués par les Standards de qualité Suisse pour la restauration collective (63), basés sur les recommandations de la Société Suisse de Nutrition ainsi que du DACH (64,65). De plus, les catégories d'aliments présentées sont plus détaillées que par les autres organismes.

Pour définir les portions des repas identifiés, nous nous sommes référées en premier lieu aux recommandations du GEM-RCN. Lorsqu'une portion était comprise dans une fourchette, exprimée en grammes, nous avons convenu de nous référer à la valeur supérieure. Lorsqu'un mets identifié ne figurait pas dans les recommandations du GEM-RCN, nous avons convenu de nous référer aux portions proposées par les recettes du PAULI (66), livre de référence pour les étudiants cuisiniers en Suisse. Ainsi, nous avons additionné le poids des ingrédients nécessaires à la réalisation d'une recette pour une portion. En dernier recours, si un mets ne figurait pas dans le PAULI, nous avons déterminé en binôme la taille de la portion habituellement consommée en se basant sur les recettes d'autres livres de cuisine, sur l'offre alimentaire proposée en grandes surfaces ainsi que sur notre expertise. Nous avons également utilisé le manuel de quantification standardisée des denrées alimentaires (67) pour déterminer certaines portions. Cependant puisque cet ouvrage est belge, les portions présentées sont représentatives de l'offre alimentaire des grandes surfaces de la Belgique. Ainsi, nous avons utilisé ce manuel en dernier recours. Nous avons indiqué dans le tableau Excel, les raisonnements qui nous ont permis de définir les portions lorsque nous les déterminions en binôme.

Pour certains mets, nous avons remarqué des différences entre les portions proposées par les recommandations du GEM-RCN et celles proposées par l'offre alimentaire dans les grandes surfaces. Nous avons alors calculé la composition nutritionnelle pour différentes portions, en spécifiant *Portion 1* ou *Portion 2*.

6.2.4.2. Calcul de la valeur nutritionnelle

Pour calculer les valeurs nutritionnelles des mets, nous nous sommes basées prioritairement sur la table de composition nutritionnelle proposée par le Centre d'Information sur la Qualité des Aliments (CIQUAL) (68), groupe de travail de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). La table de composition nutritionnelle du CIQUAL, datant de 2013, est disponible en ligne et regroupe les valeurs nutritionnelles de près de 1440 aliments habituellement consommés en France. Le CIQUAL « réalise un remarquable travail systématique d'évaluation des données analytiques existantes s'appuyant sur les données de base (échantillonnage, nombre d'analyses effectuées, technique d'analyse) » (59). Les données du CIQUAL sont obtenues en comparant les valeurs nutritionnelles de plusieurs produits/marques pour un même aliment.

Lorsque les mets ne figuraient pas dans la table du CIQUAL, nous avons convenu de nous référer à la table de composition des aliments NutriNet (59). Cette seconde table française, datant de 2013, a été établie à partir de la base de données de la table du CIQUAL ainsi qu'à partir des valeurs de tables nutritionnelles provenant d'autres pays. Pour cette raison, elle recense davantage d'aliments que celle du CIQUAL, près de 2200. Nous nous sommes basées en troisième référence sur les valeurs nutritionnelles de la base de données suisse des valeurs nutritives (BDSVN) (69). Cette table recense 10'500 aliments ou plats composés issus de l'offre alimentaire suisse. Les informations nutritionnelles de la BDSVN sont gérées par la Société Suisse de Nutrition. Ces données proviennent soit des informations nutritionnelles indiquées sur l'emballage des produits disponibles en grandes surfaces, soit des informations nutritionnelles issues de moyennes effectuées à partir de recettes standards (70). Cette base de données présente deux désavantages. Les valeurs nutritionnelles sont différentes entre chaque produit de grande surface et le détail des calculs des recettes n'est pas donné. En quatrième référence, lorsque les valeurs d'un mets n'étaient pas disponibles sur la BDSVN, nous avons regardé directement sur les emballages des produits, en se rendant dans les supermarchés ou en ligne (71–73).

6.2.5. Sélection des repas à inclure dans l'ébauche d'outil

Une fois que les repas ont été calculés, nous n'avons retenu que les mets dépassant les seuils fixés. Parmi les repas qui dépassaient les seuils fixés, nous avons choisi de n'inclure dans l'ébauche de l'outil que les mets les plus riches en protéines, les plus riches en lipides et les plus fréquemment consommés (*Figure 8, numéro ③*).

7. Résultats

7.1. Entretiens avec les professionnels

Quatre professionnels¹ ont été interrogés. Trois entretiens ont été menés sur le lieu de travail des professionnels et un entretien a eu lieu par téléphone. En moyenne les entretiens ont duré 40 minutes. Les principales thématiques traitées dans ces entretiens sont synthétisées ci-dessous.

7.1.1. Observations des professionnels et prévalence de la problématique

Les diététiciens ont tous constaté que les repas riches en protéines et/ou en lipides influençaient les glycémies postprandiales chez les patients DT1. Généralement lors de la consommation de ce type de plats, les patients présentent des hyperglycémies postprandiales. Un professionnel a cependant constaté des hypoglycémies chez certains patients. La majorité des patients DT1 présentant des variations glycémiques suite à la consommation de mets riches en protéines et/ou en lipides, sont rencontrés dans le contexte des cours portant sur l'insulinothérapie fonctionnelle. La minorité restante est prise en charge lors des consultations ambulatoires individuelles.

7.1.2. Connaissances des professionnels en lien avec la problématique

Les diététiciens rencontrés ne sont pas en mesure de citer un seuil en grammes de protéines ou de lipides à partir duquel les glycémies postprandiales sont influencées. Ils nomment des types de plats problématiques pour les patients DT1, indépendamment de leur teneur en glucides. Ces repas sont « pizza ; fondue ; raclette ; ramequin ; quiche ; repas en sauce/à la crème ; steak frites ; steak légumes ; cocktail de crevettes ; entrées à base de protéines ; buffet de desserts ; shake de whey protéine ; fondue à la viande ; charbonnade ; repas sans hydrates de carbone »

Trois professionnels indiquent que lors de consommation de repas riches en lipides, un retard de la vidange gastrique est responsable des variations glycémiques. Seul un professionnel indique que les repas riches en lipides influencent les glycémies postprandiales chez les patients DT2, en raison d'une accentuation de l'insulinorésistance. Selon trois professionnels lors de consommation de mets à teneur élevée en protéines, les variations glycémiques sont induites par une production endogène de glucose via la néoglucogenèse.

7.1.3. Conseils adressés par les professionnels aux patients

Les professionnels expliquent qu'ils abordent la thématique de l'influence des protéines et des lipides sur les variations glycémiques que lorsque les patients DT1 « se connaissent assez bien », qu'ils « sont au clair » et qu'ils « ont une très bonne gestion de leur diabète ». Les conseils qu'ils adressent à leurs patients découlent de leur propre expérience et pratique professionnelle ainsi que des recommandations de diabétologues. Ces conseils peuvent être de :

¹ Le masculin est utilisé pour faciliter la compréhension dans les chapitres suivants.

- Recourir à des bolus prolongés/carrés pour les repas tels que fondue, raclette ou pizza. Un professionnel recommande de répartir les unités d'insuline en deux fois : la moitié avant le repas et l'autre moitié quelques heures après. Un autre professionnel préconise de répartir les unités d'insuline sur 6 à 8 heures, chez les patients porteurs de pompe.
- Ajouter 1 unité d'insuline pour 20 g de protéines consommées, lorsque le repas ne contient pas ou peu d'hydrates de carbone.
- Effectuer des contrôles glycémiques après la consommation de repas riches en protéines et/ou en lipides, afin d'objectiver les variations glycémiques.

7.1.4. Manques et besoins des professionnels

Selon deux professionnels, il manque des données fiables issues de la recherche pour adresser des conseils précis et concrets aux patients. De manière générale, les professionnels souhaiteraient savoir à partir de quelle teneur en grammes de protéines et/ou lipides, le pic glycémique est retardé. Ils souhaiteraient également connaître les courbes de variations glycémiques dans le temps, après la consommation de mets riches en protéines et/ou en lipides.

Les outils imaginés par les professionnels pour améliorer la prise en charge du DT1 en tenant compte de l'influence des protéines et des lipides sur les glycémies, sont :

- un document qui prédit le pic glycémique des repas riches en protéines et/ou en lipides.
- deux tableaux distincts présentant séparément la teneur en protéines et en lipides de plats habituellement consommés et étant problématiques chez le patient DT1.
- une table d'équivalence protéique permettant de prédire les pics glycémiques.
- une formule tenant compte de la teneur en protéines et en lipides d'un repas et permettant de calculer un nombre d'unités d'insuline à ajouter en fonction de ces macronutriments.

7.2. Création d'une ébauche d'outil pour la pratique

7.2.1. Recherche d'outil similaire

Aucun outil similaire n'a été trouvé. Cependant, en menant un entretien, un professionnel nous a présenté une table d'équivalences protéiques qu'il utilise avec les patients diabétiques de type 1.

7.2.2. Détermination de seuils en protéines et en lipides influençant la glycémie

La teneur en protéines, pour un repas considéré comme riche dans les études analysées, varie entre 30 et 110 g. Pour les lipides, un repas considéré comme riche dans les études contient entre 35 et 60 g de lipides. Les auteurs de la revue considèrent dans leur approche clinique (annexe 2) que les glycémies sont influencées à partir d'une consommation de : 40 g de lipides dans un repas ; 40 g de protéines accompagnées d'au moins 30 g d'hydrate de carbone ; 75 g de protéines pures prises de manière isolée.

Comme précisé dans la méthodologie, nous avons uniquement fixé des seuils pour la consommation de protéines et pour la consommation de lipides au sein d'un repas. Ainsi, les seuils fixés à partir desquels les glycémies sont influencées sont :

- **40 g lors de la consommation de lipides dans un repas**
- **40 g lors de la consommation de protéines dans un repas**

La revue de Bell et al. (6), sur laquelle nous nous sommes basées pour fixer ces seuils, présente une qualité neutre (annexe 7).

7.2.3. Identification des mets

A l'aide de la grille de sélection, nous avons identifié :

- en restauration traditionnelle : 164 sur 387 mets proposés dans les cartes de mets (annexe 8) (Figure 10, numéro ①)
- en restauration collective : 121 sur 320 mets proposés dans les plans de menus Eldora (annexe 9) (Figure 10, numéro ①)

De manière subjective, pour la restauration rapide, nous avons identifié 5 mets.

Au total, 290 mets ont été retenus et sont considérés selon nos critères comme « riches » en protéines et/ou en lipides. Après avoir fait un tri et un regroupement des mets, nous avons retenu **60 mets** (Figure 10, numéro ①).

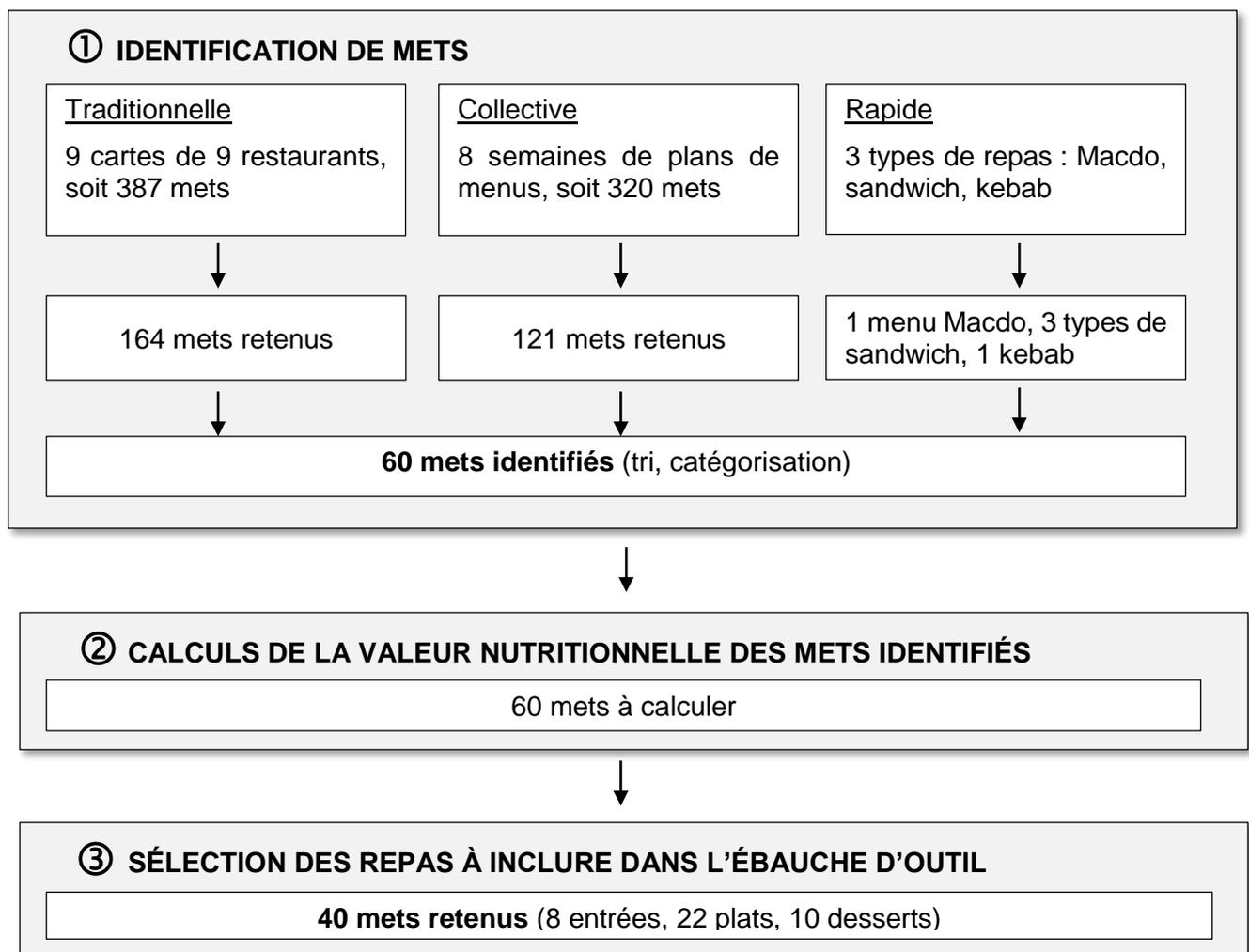


Figure 10 : Présentation des résultats intermédiaires à la création de l'ébauche d'outil

7.2.4. Calcul des repas identifiés

Pour calculer les mets identifiés, nous avons créé un tableau Excel (annexe 10). Soixante préparations ont été calculées (Figure 10, numéro ②).

7.2.5. Sélection des repas à inclure dans l'ébauche d'outil

Nous avons inclus 8 entrées, 22 plats, 10 desserts dans l'ébauche d'outil (Figure 10, numéro ③). Le tableau 1 résume les mets à inclure dans l'ébauche d'outil, ainsi que leur teneur en protéines, lipides et glucides.

	Mets	Portion habituellement proposée (g)	Pour la portion, teneur en :		
			Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)
Entrées	Assiette de crudités avec 50 ml de sauce à salade	150	1	27	3
	Cocktail de crevettes	200	11	26	9
	Terrine à la viande	50	9	12	1
	Carpaccio de bœuf	50	8	12	1
	Salade de tomates-mozzarella	160	11	20	4
	Rouleaux de printemps aux légumes frits	90	3	13	16
	Tartare de poisson*	110	16	19	2
	Assiette valaisanne*	100	20	20	2
Plats	Tartare de viande*	180	34	19	4
	Pâtes à la carbonara	300	19	23	53
	Croûte au fromage	220	33	25	57
	Quiche Lorraine	200	16	37	44
	Emincé à la crème*	245	29	41	4
	Filets de perches meunières*	160	23	14	5
	Saucisse de veau*	130	16	25	2
	Choucroute garnie	300	14	28	5
	Demi-poulet*	325	34	32	0
	Papet vaudois	300	21	30	18
	Vol-au-vent	185	31	42	11
	Rösti au fromage	255	15	29	32
	Pizza	400	34	35	111
	Escalope de viande panée*	120	27	17	15
	Fondue au fromage (sans pain)	200	32	33	5
	Salade Caesar*	210	15	21	17
	Kebab	400	52	39	80
	Fondue chinoise ou charbonnade*	200	43	7	0
	Fondue bourguignonne*	200	51	44	0
	Rissole à la viande	120	15	29	20
	Portion de frites	200	3	24	60
	Desserts	Tarte aux fruits	115	4	14
Coupe de 3 boules de glace		105	4	11	21
Meringues crème double		50	2	14	19
Crème brûlée		125	5	30	20
Moelleux au chocolat		60	4	17	27
Mille feuilles		140	6	18	55
Cake		80	5	19	38
Tiramisu		120	5	15	45
Cheesecake		80	4	18	25
Donuts		50	2	11	24

Tableau 1 : Répertoire des repas identifiés à inclure dans l'ébauche d'outil. Les portions sont indiquées en grammes et représentatives des portions habituellement consommées. Les teneurs en protéines, lipides et glucides sont exprimées en grammes pour une portion.

**sans accompagnement*

7.2.6. Présentation de l'ébauche d'outil

Nous avons imaginé un outil sous forme de support papier, en format A4 (*Figure 11*). L'outil serait destiné aux patients DT1.

L'ébauche de notre outil répertorie les 40 repas identifiés susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1. Dans l'ébauche de notre outil, ces 40 mets sont regroupés en trois catégories de repas : entrées, plats et desserts. Les mets sont présentés et illustrés pour une portion habituellement servie en restauration hors du domicile. Les teneurs en protéines et en lipides de chaque mets sont indiquées pour une portion (*Figure 11, numéro ①*). Les teneurs en protéines et en lipides des mets sont schématisées à l'aide de billes rouges ou jaunes : 1 bille rouge égale 5 grammes de protéines et 1 bille jaune égale 5 grammes de lipides (*Figure 11, numéro ②*). Pour certains mets, des remarques d'ordre nutritionnel sont indiquées par un point d'exclamation rouge (*Figure 11, numéro ③*). Toutes les remarques relatives aux mets d'une même catégorie de repas sont regroupées dans un encadré (*Figure 11, numéro ④*).

Entrées

Assiette de crudités	Cocktail de crevettes
Photo	Photo
① 150 g ●●●●●	200 g ●●●●●● ●●
Terrine à la viande	Carpaccio de bœuf
Photo	Photo
② 50 g (1 tranche entière ; 2 demies tranches) ●● ●●	50 g ●● ●●
Rouleaux de printemps frits au poulet	Tartare de poisson
Photo	Photo
100 g (1 grande pièce) ! ③ ●● ●	110 g ●●●●● ●●●

Entrées

Assiette valaisanne	Salade tomates-mozzarella
Photo	Photo
100 g ●●●●● ●●●●●	180 g ●●●●● ●●

Les rouleaux de printemps peuvent être non frits et contiendraient alors moins de lipides. ④

Figure 11 : Exemple d'une page de l'ébauche d'outil qui répertorie les entrées susceptibles d'influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1

8. Discussion

8.1. Rappel des résultats

Un apport important de protéines et de lipides, indépendamment de l'apport en hydrates de carbone, influence les glycémies postprandiales chez les patients diabétiques de type 1 (DT1). Les mécanismes impliqués suite à la consommation d'un repas riche en lipides sont la diminution de la vitesse de la vidange gastrique ainsi que l'insulinorésistance. Les mécanismes impliqués suite à la consommation d'un repas riche en protéines sont l'augmentation de la néoglucogenèse hépatique et la stimulation de la sécrétion de glucagon. En pratique, lors de la consommation de mets riches en protéines et/ou en lipides, les professionnels du terrain observent que les glycémies des patients sont retardées et/ou augmentées. En nous basant sur les conclusions de la revue de Bell et al. (6) ainsi que sur notre expertise, nous avons décrété que les glycémies des patients DT1 étaient influencées à partir d'une consommation de 40 g de protéines ou de 40 g de lipides dans un repas. Nous avons répertorié 40 mets riches en lipides et/ou en protéines qui sont proposés dans la restauration hors du domicile en Suisse. A partir de ce répertoire de repas, nous avons créé une ébauche d'outil pour la pratique sous forme de support papier destiné aux patients DT1.

8.2. Points forts

Actuellement, les recommandations de prise en charge pour le diabète DT1 ont pour objectif de réguler les glycémies postprandiales afin de diminuer les complications sur le long terme (1). Avec l'utilisation toujours plus fréquente des lecteurs de glycémies en continu, les variations glycémiques sont de mieux en mieux objectivées (5). Dans ce sens, le maintien de la glycémie au plus près des normes est un objectif primordial dans la gestion du diabète. Puisque que la consommation de protéines et de lipides impacte sur les glycémies des patients DT1, nous avons créé un support répertoriant les repas riches en lipides et/ou en protéines susceptibles d'influencer leurs glycémies. De telle manière, **notre travail s'inscrit dans les objectifs de prise en charge du DT1**, en proposant une ébauche d'outil ayant pour but d'aider les patients à maintenir leur glycémie dans les normes.

Un des points forts de notre ébauche d'outil pour la pratique est son exclusivité. **C'est le premier support qui répertorie des repas à teneurs élevées en protéines et en lipides**, pouvant influencer la glycémie des patients DT1, indépendamment de leur teneur en hydrates de carbone. En effet, aucune société savante n'adresse de recommandations ou ne propose d'outil pour la considération des lipides et des protéines dans la gestion du DT1. Certains auteurs (74,75) ont proposé des formules pour tenter de considérer les lipides et les protéines dans la détermination de l'insuline en vue d'une meilleure gestion du DT1. Aucune des formules n'est généralisable auprès de tous les patients DT1 et n'ont de preuves suffisantes pour être recommandées dans la pratique. En l'absence d'un outil pratique et concret ce projet a été initié.

Grâce à la pratique de l'insulinothérapie fonctionnelle, les habitudes alimentaires des patients DT1 sont identiques à la population générale suisse. Ainsi, **un autre point fort de l'ébauche de notre outil est qu'il reflète l'offre alimentaire suisse** et propose des mets populaires habituellement consommés.

Ensuite pour concevoir cette ébauche, **nous avons fait preuve d'evidence-based** en nous basant sur les résultats actuels de la recherche, sur les habitudes des patients DT1 ainsi que sur notre expertise. De plus, notre méthodologie a été conçue dans le but d'identifier de la manière la plus objective, les repas riches en lipides et/ou en protéines représentatifs de l'offre alimentaire suisse. Nos résultats se basent sur des échantillons de mets provenant de la restauration hors domicile suisse. L'identification de repas à partir de ces échantillons a été réalisée de manière individuelle. Pour minimiser les biais de sélection, nous avons ensuite comparé nos résultats en binôme. Lors d'un désaccord un consensus était établi.

Finalement, notre ébauche d'outil pour la pratique **répond à un besoin du terrain** : notre projet a été initié suite à la demande d'un médecin. De plus, les professionnels du terrain interrogés ont relevé un manque de données et d'outils pour prendre en charge les patients DT1 face à la problématique de l'influence de la consommation des lipides et des protéines sur les glycémies. Ainsi, bien que notre projet soit adressé aux patients DT1, il représente un condensé d'informations pour les professionnels.

8.3. Limites et biais

8.3.1. Limites et biais de la revue systématique

La principale limite de notre travail est la qualité des données sur lesquelles nous nous sommes basées. Bien que la revue de Bell et al.(6) présente un niveau de preuve 1 et un degré de recommandations A, nous avons jugé la qualité de la revue comme neutre (annexe 8). Nous lui avons attribué une qualité neutre pour les raisons ci-dessous.

Pour résumer, Bell et al. ont effectué une revue de littérature portant sur deux questions de recherche :

- 1) Quel est l'impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1
- 2) Quelle est la meilleure stratégie pour déterminer l'insuline prandiale en fonction de la teneur en protéines et lipides d'un repas.

Suite à la réponse à ces questions, ils ont établi une approche clinique. Cette approche clinique repose sur des **données peu fiables**. En effet, pour répondre à la première question de recherche, les auteurs ont comparé des essais cliniques. Les études analysées ont comparé l'impact de plusieurs repas-tests sur les glycémies de patients DT1. Cependant, ces études présentent des méthodologies différentes, principalement en lien avec la composition des repas-tests (teneur en protéines, lipides et hydrates de carbone) et avec le monitoring des glycémies postprandiales (prise de glycémies capillaires VS utilisation d'un lecteur de glycémies en continu). De plus, la **variabilité interindividuelle est un facteur de confusion** dans les études analysées par Bell et al. (6). En effet, la sensibilité aux lipides et aux protéines ainsi que leurs conséquences sur la glycémie sont différentes auprès de chaque patient (6). Pour ces différentes raisons, les résultats de cette revue systématique présentent une **hétérogénéité clinique** (76). L'approche clinique établie à partir de ces données présente alors une faible validité.

Aussi, « les revues systématiques d'essais non-randomisés peuvent [...] produire une qualité moindre. Pour cette raison, il faut éviter les revues systématiques combinant les essais randomisés et non-randomisés à moins que ces deux types d'essais ne soient analysés séparément » (77). Dans le cadre de la revue de Bell et al.(6) des essais cliniques randomisés

et non-randomisés ont été analysés conjointement. Or, le manque de données actuelles sur l'impact de la consommation de lipides et de protéines sur les glycémies des patients DT1, ne permet pas d'obtenir des résultats de meilleure qualité. Les auteurs précisent que des études supplémentaires devraient être menées.

Finalement, la partie méthodologie est très bien décrite dans l'article de Bell et al. (6). En revanche, les auteurs n'indiquent rien quant à la validité des essais cliniques inclus. En d'autres termes, ils n'exposent pas les biais et les limites des études analysées. En comparant les études, nous avons constaté que leur principale limite était la taille des échantillons choisis (*moyenne n=15 ; min n=9 ; max n=33*). Ces différents éléments font que, en l'état des connaissances actuelles, les **données dont nous disposons sont peu solides**.

8.3.2. Limites et biais de notre méthodologie

Certains points de notre méthodologie ne sont pas fiables. En effet, de manière subjective, des consensus ont été menés en binôme lors de :

- l'établissement des critères de la grille d'identification des mets
- l'identification des mets de restauration rapide
- la détermination de certaines portions ainsi que lors de l'inclusion/l'exclusion des mets problématiques en fonction de leur fréquence de consommation

De plus, **deux biais** sont présents dans les étapes *détermination des portions* et *calcul des valeurs nutritionnelles*. Premièrement, la détermination des portions repose sur les recommandations du Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et Nutrition (GEM-RCN) (62). Le but du GEM-RCN est d'améliorer la qualité nutritionnelle des repas servis en restauration collective en proposant des recommandations quantitatives et qualitatives. Ainsi, les portions proposées par le GEM-RCN ne sont certainement pas représentatives des portions servies en restauration traditionnelle. Deuxièmement, les références des valeurs nutritionnelles que nous avons utilisées pour le calcul des repas sont des moyennes, estimées sur la base de recettes standards. Bien que nous nous soyons référées aux meilleures tables de composition nutritionnelle disponibles, les valeurs nutritionnelles obtenues pour chaque repas représentent une estimation. Ces deux points suggèrent que **les valeurs nutritionnelles que nous proposons pour chaque portion de mets sont approximatives**.

Pour la création de l'ébauche d'outil, nous avons symbolisé les teneurs en protéines et en lipides par des billes de couleur : 1 bille rouge égale à 5 grammes de protéines et 1 bille jaune égale à 5 grammes de lipides. Les teneurs en lipides et en protéines des mets sont donc arrondies au cinquième. Par exemple, un mets ayant une teneur en lipides de 27 g sera arrondi à 25 pour représenter 5 billes entières. Ainsi, dans l'ébauche, **les teneurs en lipides et en protéines représentées par des billes sont davantage approximatives**.

Ensuite, lorsque nous avons créé la grille d'identification des mets susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1, nous avons établi des critères (annexe 6). Pour établir un de ces critères, nous avons « réparti » les grammages des seuils fixés en protéines et en lipides, à partir desquels les glycémies pourraient être influencées, entre une entrée, un plat et un dessert. En « répartissant » les grammages de la sorte, nous avons identifié des entrées, des plats et des desserts, dont uniquement l'addition des teneurs en protéines ou en lipides dépasserait le seuil fixé. Ainsi, certains repas consommés de manière isolée ne dépasseraient pas le seuil. **Les repas figurant sur le support que nous proposons ne sont donc pas**

tous susceptibles d'influencer les glycémies des patients DT1, lorsqu'ils sont consommés de manière isolée.

Lors de la sélection des repas à retenir pour l'ébauche d'outil, nous avons décidé d'inclure les repas qui présentaient les teneurs les plus élevées en protéines ou en lipides. Nous avons aussi décidé d'exclure les repas connus pour être riches en lipides ou en protéines et dont les valeurs nutritionnelles sont disponibles sur les emballages (menu Mac Donald's par exemple). Suite à un consensus, 20 repas n'ont alors pas été retenus. Ainsi, **les patients utilisant l'outil pourraient interpréter qu'un repas absent n'est pas suffisamment riche en protéines ou en lipides** pour influencer la glycémie.

Finalement, comme cité dans la revue de Bell et al.(6), la variabilité interindividuelle est une limite à la création d'un outil standard. Puisque la population DT1 présente une moins grande variabilité interindividuelle que les patients diabétiques de type 2 (DT2), nous avons imaginé un projet s'adressant uniquement aux patients DT1. Nous avons également imaginé que notre support ne s'adresserait qu'aux patients DT1 maîtrisant le calcul des hydrates de carbone (HC). En effet, l'ADA (32) recommande d'enseigner l'impact de la consommation des protéines et des lipides, chez les patients DT1 que lorsqu'ils maîtrisent le calcul des HC. Pour ces raisons, nous avons exclu de la population de notre projet les patients DT2. Ethiquement, **le principe de justice** n'est pas totalement respecté dans le cadre de notre travail.

9. Perspectives

Le répertoire de mets que nous avons créé constitue un premier support dans la considération des protéines et des lipides pour la gestion du diabète de type 1 (DT1). En se basant sur ce répertoire de repas, nous avons créé une ébauche d'outil pour la pratique. Pour finaliser cette ébauche, nous envisagerions de **créer une brochure en format A5**. La *figure 12* illustre un exemple de contenu. Nous imaginons y présenter un résumé d'informations en lien avec la consommation de protéines et de lipides. Ce résumé d'informations serait vulgarisé et destiné aux patients DT1.

Introduction

Pendant longtemps, les glucides étaient les seuls responsables des variations glycémiques chez les patients diabétiques de type 1. Aujourd'hui, les données scientifiques suggèrent qu'une consommation importante de lipides et/ou de protéines durant un repas impacte sur les glycémies postprandiales, indépendamment de la teneur en glucides.

A partir d'une consommation supérieure à 40 g de lipides dans un repas, les glycémies postprandiales des patients pourraient être retardées et/ou accentuées. A partir d'une consommation supérieure à 40 g de protéines durant un repas, les glycémies postprandiales peuvent être accentuées.

Présentation de la brochure

Cette brochure présente 40 mets habituellement consommés en Suisse et ayant une teneur élevée en lipides et/ou en protéines. Les portions indiquées reflètent l'offre alimentaire suisse proposée hors du domicile.

Le but de cette brochure est de présenter les repas riches en lipides et/ou en protéines, pouvant influencer les glycémies des patients diabétiques de type 1.

Utilisation de la brochure

Trois catégories de repas (entrée, plat, dessert) recensent différents mets. Chaque mets est illustré pour une portion. Chaque portion est quantifiée en grammes en dessous des illustrations. En fonction de la portion indiquée, des billes de couleurs jaune et rouge symbolisent la teneur en lipides et en protéines de chaque mets.

Une bille de couleur jaune ● = 5 g de lipides
Une bille de couleur rouge ● = 5 de protéines

Il est possible de composer un menu avec plusieurs mets proposés dans la brochure. De telle manière, les billes de couleurs jaune et rouge des différents mets s'additionnent.

Figure 12 : Présentation d'un complément d'informations pour la réalisation d'une brochure.

De plus, des conseils nutritionnels pourraient y être insérés. Ils permettraient d'aider le patient de manière concrète dans ses choix alimentaires. En collaboration avec des diabétologues, l'ébauche d'outil pourrait être complétée avec des conseils concernant la détermination de la dose d'insuline prandiale ainsi que le bolus d'administration approprié, en fonction de la teneur en protéines et en lipides d'un repas. Ainsi, cela permettrait de finaliser l'ébauche de notre outil.

Lors de la création d'un outil d'aide à la décision, il est conseillé de faire évaluer l'ébauche finale à un panel d'experts (54). Dans ce sens, nous envisagerions de **faire examiner notre outil final par des professionnels**. Plus précisément, nous imaginons soumettre notre ébauche finale aux professionnels que nous avons interrogés ainsi qu'au groupe spécialisé en diabétologie de l'Association Suisse des Diététicien-ne-s Diplômé-e-s. Cette étape nous permettrait d'améliorer puis de valider l'ébauche actuelle. Ensuite, nous pourrions entamer la dernière étape d'un *transfert de connaissances* qui est l'application des connaissances (*Figure 7*) (54).

En parallèle, nous envisagerions de **créer un complément d'informations** pour les professionnels résumant les données probantes en lien avec l'influence de la consommation de protéines et de lipides chez les patients DT1. Ce complément s'apparenterait à un *système d'aide à l'information*. L'intérêt d'un *système d'aide à l'information* est de favoriser la pratique de l'evidence-based des professionnels et « devrait intégrer et résumer tous les résultats importants et pertinents concernant un problème clinique [...] » (77). Dans le contexte de notre problématique, un *système d'aide à l'information* permettrait de diffuser auprès des professionnels les données pertinentes en lien avec l'impact de la consommation de protéines et de lipides chez les patients DT1. Dans la même dynamique, il serait envisageable d'**instaurer une formation continue**, destinée aux professionnels, portant sur la problématique de la consommation de protéines et de lipides dans la gestion du DT1. Une formation continue et un *système d'aide à l'information* favoriseraient l'implémentation de notre outil dans la pratique professionnelle (54).

10. Conclusion

La prise en charge du diabète est complexe et de nombreux facteurs influencent les glycémies postprandiales chez les patients DT1. Récemment, une revue systématique a résumé l'impact de la consommation de protéines et de lipides sur les glycémies des patients DT1. Cette revue systématique datant de 2015, est actuellement la seule à faire le point sur la problématique de l'influence des protéines et des lipides dans la gestion du DT1. Or, l'hétérogénéité clinique des résultats obtenus entrave la validité de cette revue. Les conclusions de cette revue sont peu solides et de nouvelles recherches devraient être menées. Néanmoins, dans l'attente de données supplémentaires issues de nouvelles études, nous avons décidé d'initier un projet d'outil pour la pratique.

Ainsi, nous avons effectué un transfert de connaissances. Nous nous sommes attardées sur la partie *création de connaissances* et avons réalisé l'ébauche d'un outil pour la pratique. Cette ébauche d'outil nécessite d'être évaluée par un panel d'experts. Finalisé, le support que nous proposons serait le premier outil pour la pratique qui tienne compte de l'influence des lipides et des protéines dans la gestion du DT1. S'apparentant à un outil d'aide à la décision pour les patients, ce premier support de référence pour les patients DT1 pourrait les orienter dans leurs choix alimentaires.

11. Liste de références bibliographiques

1. American Diabetes Association (ADA). 5. Glycemic Targets. *Diabetes Care*. 2016;39(Suppl. 1):39-46. doi: 10.2337/dc16-S008
2. Evert AB, Boucher JL, Cypress M, Dunbar SA, Franz MJ, Mayer-Davis EJ, et al. Nutrition Therapy Recommendations for the Management of Adults With Diabetes. *Diabetes Care*. 2013;36(11):3821-42. doi:10.2337/dc13-2042
3. McGibbon A, Richardson C, Hernandez C, Dornan J. Pharmacotherapy in Type 1 Diabetes. *Canadian Diabetes Association*;2013;37(Suppl. 1):56-60. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.01.020
4. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Type 1 diabetes in adults: diagnosis and management [En ligne]. National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2015 [mis à jour en juin 2016, consulté le 6 juin 2016]. Disponible: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng17/chapter/1-Recommendations#education-and-information-2>
5. Monnier L, directeur. *Diabétologie*. 2e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014.
6. Bell KJ, Smart CE, Steil GM, Brand-Miller JC, King B, Wolpert HA. Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care*. 2015;38(6):1008-15. doi:10.2337/dc15-0100
7. Dworatzek PD, Arcudi K, Gougeon R, Husein N, Sievenpiper JL, Williams S. Thérapie nutritionnelle. *Can J Diabetes*. 2013;37(Suppl. 5):409-21. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.07.048
8. Haute Autorité de Santé (HAS). Diabète de type 1 de l'adulte [En ligne]. Haute Autorité de Santé (HAS); 2007 [consulté le 8 décembre 2015]. Disponible : http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_419398/fr/ald-n8-guide-medecin-sur-le-diabete-de-type-1-de-l-adulte-actualisation-juillet-2007
9. American Diabetes Association (ADA). 3. Foundations of Care and Comprehensive Medical Evaluation. *Diabetes Care*. 2016;39(Suppl. 1):23-35. doi: 10.2337/dc16-S006
10. Perlemuter L, Sélam JL, Collin de l'Hortet G. *Diabète et maladies métaboliques*. Paris: Elsevier Masson; 2003.
11. Wémeau JL, Vialettes B, Schlienger JL. *Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014.
12. Buysschaert M. *Diabétologie clinique*. 4e ed. Bruxelles: De Boeck Supérieur; 2012.
13. Young J. *Endocrinologie, diabétologie et maladies métaboliques*. 2e ed. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2011.
14. Fédération Internationale du Diabète. Atlas du diabète de la FID [En ligne]. 2013 [consulté le 15 mars 2016]. Disponible: https://www.idf.org/sites/default/files/FR_6E_Atlas_full.pdf
15. Firmann M, Mayor V, Vidal PM, Bochud M, Pécoud A, Hayoz D, et al. The CoLaus study: a population-based study to investigate the epidemiology and genetic determinants of cardiovascular risk factors and metabolic syndrome. *BMC Cardiovasc Disord*. 2008;8:6. doi:10.1186/1471-2261-8-6

16. Magnan C, Ktorza A. Contrôle de la biosynthèse de la sécrétion de l'insuline et du glucagon : aspects moléculaires, cellulaires et intégrés. In : Grimaldi A, directeur. *Traité de diabétologie*. 2e éd. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 2009. p. 54-73
17. Swissmedic. Les insulines - des médicaments d'une importance vitale [En ligne]: Swissmedic; 2016 [consulté le 2 avril 2016]. Disponible : <https://www.swissmedic.ch/arzneimittel/00156/00221/00222/00237/00238/index.html?lang=fr>
18. Swissmedic. Insulines autorisées avec un principe actif produit par génie génétique [En ligne]. 2016 [consulté le 2 avril 2016]. Disponible: https://www.swissmedic.ch/arzneimittel/00156/00221/00222/00237/00238/index.html?lang=it&download=NHZLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1ah2oZn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDdHx8gWym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--
19. Pańkowska E, Szybowska A, Lipka M, Szpotańska M, Błazik M, Groele L. Application of novel dual wave meal bolus and its impact on glycated hemoglobin A1c level in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2009;10(5):298-303. doi:10.1111/j.1399-5448.2008.0047.x
20. Hartemann A, Grimaldi A. *Guide pratique du diabète*. 5e ed. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2013.
21. DAFNE Study Group. Training in flexible, intensive insulin management to enable dietary freedom in people with Type 1 diabetes: dose adjustment for normal eating (DAFNE) randomized controlled trial. *Diabet Med J Br Diabet Assoc*. 2003;20(Suppl 3):4-5. doi:10.1034/j.1600-6143.2003.000987_3.x
22. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1993;329(14):977-86. doi:10.1056/NEJM199309303291401
23. Masseboeuf N. Diététique et diabète de type 1 : « de la science... à l'assiette... du patient ». In : Grimaldi A, directeur. *Traité de diabétologie*. 2e éd. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 2009. p. 1044
24. Stephens E. Insulin therapy in type 1 diabetes. *Med Clin North Am*. 2015;99(1):145-56. doi:10.1016/j.mcna.2014.08.016
25. Laurenzi A, Bolla AM, Panigoni G, Doria V, Uccellatore A, Peretti E, et al. Effects of carbohydrate counting on glucose control and quality of life over 24 weeks in adult patients with type 1 diabetes on continuous subcutaneous insulin infusion: a randomized, prospective clinical trial (GIOCAR). *Diabetes Care*. 2011;34(4):823-7. doi:10.2337/dc10-1490
26. Brazeau AS, Mircescu H, Desjardins K, Leroux C, Strychar I, Ekoé JM, et al. Carbohydrate counting accuracy and blood glucose variability in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2013;99(1):19-23. doi:10.1016/j.diabres.2012.10.024
27. Ahola AJ, Mäkimattila S, Saraheimo M, Mikkilä V, Forsblom C, Freese R, et al. Many patients with Type 1 diabetes estimate their prandial insulin need inappropriately. *J Diabetes*. 2010;2(3):194-202. doi:10.1111/j.1753-0407.2010.00086.x

28. Vlachokosta FV, Piper CM, Gleason R, Kinzel L, Kahn CR. Dietary carbohydrate, a Big Mac, and insulin requirements in type I diabetes. *Diabetes Care*. 1988;11(4):330-6. doi:10.2337/diacare.11.4.330
29. Jones SM, Quarry JL, Caldwell-McMillan M, Mauger DT, Gabbay RA. Optimal insulin pump dosing and postprandial glycemia following a pizza meal using the continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technol Ther*. 2005;7(2):233-40. doi:10.1089/dia.2005.7.233
30. De Palma A, Giani E, Iafusco D, Bosetti A, Macedoni M, Gazzarri A, et al. Lowering postprandial glycemia in children with type 1 diabetes after Italian pizza « margherita » (TyBoDi2 Study). *Diabetes Technol Ther*. 2011;13(4):483-7. doi:10.1089/dia.2010.0163
31. MacDonald K, Lowe JM, Barker D, Mensch M, Attia J. Effect of popular takeaway foods on blood glucose levels in type 1 diabetes mellitus patients on intensive insulin therapy. *Int J Clin Pract*. 2009;63(2):189-94. doi:10.1111/j.1742-1241.2008.01970.x
32. American Diabetes Association. 7. Approaches to Glycemic Treatment. *Diabetes Care*. 2016;39(Suppl. 1):52-9. doi:10.2337/dc16-S010
33. Berard LD, Blumer I, Houlden R, Miller D, Woo V. Monitoring Glycemic Control. *Can J Diabetes*. 2013;37:35-39. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.01.017
34. Imran SA, Rabasa-Lhoret R, Ross S. Targets for Glycemic Control. *Can J Diabetes*. 2013;37:31-34. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.01.016
35. Dworatzek PD, Arcudi K, Gougeon R, Husein N, Sievenpiper JL, Williams SNadira Husein MD, Sievenpiper JL. Nutrition therapy. *Can J Diabetes*. 2013;37:45-55. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.01.019
36. American Diabetes Association. 7. Approaches to Glycemic Treatment. *Diabetes Care*. 2015;38(Suppl. 1):41-8. doi:10.2337/dc15-S010
37. Hecketsweiler B, Hecketsweiler P. Voyage en biochimie : circuits en biochimie humaine, nutritionnelle et métabolique. 3e éd. Elsevier; 2004.
38. Marieb EN, Hoehn K. Anatomie et physiologie humaines. 9e éd. Pearson Education; 2014.
39. Sherwood L. Physiologie humaine. 3e ed. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur; 2015.
40. Sherwood L. Physiologie humaine : A human Perspective. De Boeck Supérieur; 2006.
41. Lodefalk M, Aman J, Bang P. Effects of fat supplementation on glycaemic response and gastric emptying in adolescents with Type 1 diabetes. *Diabet Med J Br Diabet Assoc*. 2008;25(9):1030-5. doi: 10.1111/j.1464-5491.2008.02530.x
42. Paterson M, Bell KJ, O'Connell SM, Smart CE, Shafat A, King B. The Role of Dietary Protein and Fat in Glycaemic Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management. *Curr Diab Rep*. 2015;15(9):61. doi: 10.1007/s11892-015-0630-5
43. Roden M, Price TB, Perseghin G, Petersen KF, Rothman DL, Cline GW, et al. Mechanism of free fatty acid-induced insulin resistance in humans. *J Clin Invest*. 1996;97(12):2859-65. doi: 10.1172/JCI118742

44. Hebert SL, Nair KS. Protein and energy metabolism in type 1 diabetes. *Clin Nutr.* 2010;29(1):13-7. doi: 10.1016/j.clnu.2009.09.001
45. Slag MF, Ahmad M, Gannon MC, Nuttall FQ. Meal stimulation of cortisol secretion: a protein induced effect. *Metabolism.* 1981;30(11):1104-8. doi:10.1016/0026-0495(81)90055-X
46. Smart CEM, Evans M, O'Connell SM, McElduff P, Lopez PE, Jones TW, et al. Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes, and the effect is additive. *Diabetes Care.* 2013;36(12):3897-902. doi: 10.2337/dc13-1195
47. Neu A, Behret F, Braun R, Herrlich S, Liebrich F, Loesch-Binder M, et al. Higher glucose concentrations following protein- and fat-rich meals - the Tuebingen Grill Study: a pilot study in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2015;16(8):587-91. doi: 10.1111/pedi.12224
48. García-López JM, González-Rodríguez M, Pazos-Couselo M, Gude F, Prieto-Tenreiro A, Casanueva F. Should the amounts of fat and protein be taken into consideration to calculate the lunch prandial insulin bolus? Results from a randomized crossover trial. *Diabetes Technol Ther.* 2013;15(2):166-71. doi: 10.1089/dia.2012.0149
49. Wolever TMS, Mullan YM. Sugars and fat have different effects on postprandial glucose responses in normal and type 1 diabetic subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2011;21(9):719-25. doi: 10.1016/j.numecd.2010.12.005
50. Wolpert HA, Atakov-Castillo A, Smith SA, Steil GM. Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insulin requirements in patients with type 1 diabetes: implications for carbohydrate-based bolus dose calculation and intensive diabetes management. *Diabetes Care.* 2013;36(4):810-6. doi: 10.2337/dc12-0092
51. Paterson MA, Smart CEM, Lopez PE, McElduff P, Attia J, Morbey C, et al. Influence of dietary protein on postprandial blood glucose levels in individuals with Type 1 diabetes mellitus using intensive insulin therapy. *Diabet Med J Br Diabet Assoc.* 2016;33(5):592-8. doi: 10.1111/dme.13011
52. Uthoff H, Lehmann R, Sprenger M, Wiesli P. Skipping meals or carbohydrate-free meals in order to determine Basal insulin requirements in subjects with type 1 diabetes mellitus? *Exp Clin Endocrinol Diabetes Off J Ger Soc Endocrinol Ger Diabetes Assoc.* 2010;118(5):325-7. doi: 10.1055/s-0029-1241199
53. Winiger G, Keller U, Laager R, Girard J, Berger W. Protein content of the evening meal and nocturnal plasma glucose regulation in type-I diabetic subjects. *Horm Res.* 1995;44(3):101-4. doi::10.1159/000184604
54. Straus SE, Tetroe J, Graham ID. *Knowledge Translation in Health Care: Moving from Evidence to Practice.* 2e éd. Chichester: John Wiley & Sons; 2013
55. Instituts de recherche en santé du Canada. Section 1.1 Des connaissances à la pratique : ce que c'est et ce que ce n'est pas [En ligne]. 2010 [consulté le 10 décembre 2015]. Disponible: <http://www.cihr-irsc.gc.ca/f/41928.html>
56. Instituts de recherche en santé du Canada. Section 2.1 Le C dans l'AC : création de connaissances [En ligne]. 2010 [consulté le 10 décembre 2015]. Disponible: <http://www.cihr-irsc.gc.ca/f/41931.html>

57. Academy of Nutrition and Dietetics. Evidence Analysis Manual : steps in the Academy Evidence Analysis Process. 2012 [consulté le 25 juillet 2016]. Disponible: http://www.adaevidencelibrary.com/files/Docs/2012_Jan_EA_Manual.pdf
58. Gatosuisse : Fédération de l'hôtellerie et de la restauration. Reflet économique de la branche 2014 [En ligne]. 2014 [consulté le 12 mars 2016]. Disponible: http://www.gastroprofessional.ch/dbFile/285543/Reflet_
59. Hercberg S, directeur. Table de composition des aliments NutriNet-Santé. 2e éd. Economica; 2013.
60. Fourchette Verte. Liste des mets gras [En ligne]. 2013 [consulté le 15 mars 2016]. Disponible: http://www.fourchetteverte.ch/img/file/Restaurateurs/FVCH_13_metsgras.pdf
61. TripAdvisor [En ligne]. 2016 [consulté le 11 mars 2016]. Disponible: <https://fr.tripadvisor.ch/>
62. Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et Nutrition (GEM-RCN). Recommandation nutrition [En ligne]. 2015 [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: http://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/marches_publics/oeap/gem/nutrition/nutrition.pdf
63. Groupe de recherche « Good Practice. Restauration Collective ». Standards de qualité suisses pour une restauration collective promouvant la santé [En ligne]. 2015 [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: http://www.goodpractice-gemeinschaftsgastronomie.ch/fileadmin/user_upload/downloads_fr/F_QSTGGG_V2.2web_20150425.pdf
64. Société Suisse de Nutrition (SSN). Valeurs de référence DACH [En ligne]. [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <http://www.sge-ssn.ch/fr/science-et-recherche/denrees-alimentaires-et-nutriments/recommandations-nutritionnelles/valeurs-de-reference-dach/>
65. Société Suisse de Nutrition (SSN). La pyramide alimentaire suisse : recommandations alimentaires pour adultes, alliant plaisir et équilibre [En ligne]. 2011 [consulté le 11 juin 2016]. Disponible: http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_long_F_2016.pdf
66. Pauli P. Livre de recettes. Neuhausen : Pauli Fachbuch; 2008.
67. Ministère des Affaires sociales, de la Santé publique et de l'Environnement. Poids et mesures : manuel de quantification standardisée des denrées alimentaires en Belgique [En ligne]. 2005. [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: http://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/4400388/Poids%20et%20mesures%3A%20manuel%20de%20quantification%20standardis%C3%A9%20des%20denr%C3%A9es%20alimentaires%20en%20Belgique%20%28juin%202005%20-%202e%20%C3%A9dition%29%20%28CSH%206545-2%29.pdf
68. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Table Ciqual: composition nutritionnelle des aliments [En ligne]. 2013 [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <https://pro.anses.fr/tableciqual/>
69. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV. Base de données suisse des valeurs nutritives : introduction [En ligne]. 2015 [consulté le 22 juin 2016]. Disponible:

<http://www.valeursnutritives.ch/request?xml=MessageData&xml=MetaData&xsl=Information&lan=fr&pageKey=Start>

70. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV. Base de données suisse des valeurs nutritives : interprétation des données nutritionnelles [En ligne]. 2015 [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <http://www.valeursnutritives.ch/request?xml=MessageData&xml=MetaData&xsl=Interpretation&lan=fr&pageKey=Start>
71. Migros. LeShop.ch. [En ligne]. [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <https://www.leshop.ch:443/leshop>
72. Migros. Supermarché [En ligne].[mise à jour en 2016; consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <https://produits.migros.ch/assortiment/supermarche>
73. Coop. Coop@home [En ligne]. [consulté le 22 juin 2016]. Disponible: <https://www.coopathome.ch/>
74. Bell KJ, Gray R, Munns D, Petocz P, Steil G, Howard G, et al. Clinical Application of the Food Insulin Index for Mealtime Insulin Dosing in Adults with Type 1 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes Technol Ther.* 2016;18(4):218-25. doi:10.1089/dia.2015.0254
75. Kordonouri O, Hartmann R, Remus K, Bläsig S, Sadeghian E, Danne T. Benefit of supplementary fat plus protein counting as compared with conventional carbohydrate counting for insulin bolus calculation in children with pump therapy. *Pediatr Diabetes.* 2012;13(7):540-4. doi: 10.1111/j.1399-5448.2012.00880.x
76. Khalid S Khan et al. *Systematic reviews to support evidence-based medicine : how to review and apply findings of healthcare research.* 2e éd. London: Hodder Arnold, 2011.
77. Straus SE. *Médecine fondée sur les faits : evidence-based medicine.* 3e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2007.

12. Annexes

Annexe 1 : revue systématique sur l'impact des lipides, des protéines et de l'index glycémique sur les glycémies des patients diabétiques de type 1



Impact of Fat, Protein, and Glycemic Index on Postprandial Glucose Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management in the Continuous Glucose Monitoring Era

Diabetes Care 2015;38:1008–1015 | DOI: 10.2337/dc15-0100

BACKGROUND

Continuous glucose monitoring highlights the complexity of postprandial glucose patterns present in type 1 diabetes and points to the limitations of current approaches to mealtime insulin dosing based primarily on carbohydrate counting.

METHODS

A systematic review of all relevant biomedical databases, including MEDLINE, Embase, CINAHL, and the Cochrane Central Register of Controlled Trials, was conducted to identify research on the effects of dietary fat, protein, and glycemic index (GI) on acute postprandial glucose control in type 1 diabetes and prandial insulin dosing strategies for these dietary factors.

RESULTS

All studies examining the effect of fat ($n = 7$), protein ($n = 7$), and GI ($n = 7$) indicated that these dietary factors modify postprandial glycemia. Late postprandial hyperglycemia was the predominant effect of dietary fat; however, in some studies, glucose concentrations were reduced in the first 2–3 h, possibly due to delayed gastric emptying. Ten studies examining insulin bolus dose and delivery patterns required for high-fat and/or high-protein meals were identified. Because of methodological differences and limitations in experimental design, study findings were inconsistent regarding optimal bolus delivery pattern; however, the studies indicated that high-fat/protein meals require more insulin than lower-fat/protein meals with identical carbohydrate content.

CONCLUSIONS

These studies have important implications for clinical practice and patient education and point to the need for research focused on the development of new insulin dosing algorithms based on meal composition rather than on carbohydrate content alone.

Currently, carbohydrates are considered the predominant macronutrient affecting postprandial glucose control and the primary determinant for calculating mealtime insulin doses in type 1 diabetes (1). Emerging evidence from recent research and the use of continuous glucose monitoring have shown that other nutritional properties of food, including fat, protein, and glycemic index (GI), can significantly affect postprandial glucose excursions. These findings highlight the need for alternative mealtime insulin dosing algorithms and have important implications for nutrition education and counseling in patients with diabetes.

The American Diabetes Association (ADA) recommends that people with diabetes who have mastered carbohydrate counting receive education on the glycemic impacts of protein and fat (1). To our knowledge, neither a comprehensive review of the literature examining the relative effects of protein, fat, and GI on postprandial glycemia nor guidelines for clinicians on how insulin doses should be adjusted in type 1 diabetes for various meal compositions exist.

This article reviews the evidence addressing the following questions:

1. What effects do GI, protein, and fat have on acute postprandial glucose concentrations in type 1 diabetes?
2. What prandial insulin dosing strategies work best for GI, protein, and fat in type 1 diabetes?

In light of the evidence reviewed in these questions and our clinical insights, this article also discusses the following questions:

3. What are the implications for clinical practice?
4. What are the knowledge gaps, and how can technology be leveraged to improve postprandial glucose control?

Current clinical approaches to intensive diabetes management tend to be insulin-centric; however, a focus on dietary quality and mealtime routine, with referral to a registered dietitian for medical nutrition therapy, may be just as important for optimizing glycemic control (1,2). In the coming years, as continuous glucose monitoring becomes

the standard of care in the management of type 1 diabetes (3), the challenges of keeping postprandial glucose concentrations in range will become an inescapable and increasing focus in the daily lives of people with diabetes.

SYSTEMATIC REVIEW PROCEDURE

For questions 1 and 2, a search of all relevant biomedical databases was conducted, including MEDLINE, Embase, CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), Thomson Reuters Web of Science (formerly ISI Web of Knowledge), and the Cochrane Central Register of Controlled Trials. The following key words were used to identify potentially relevant articles: "type 1 diabetes" AND "blood glucose" OR "insulin" AND "dietary carbohydrate" OR "dietary protein" OR "dietary fat" OR "glycemic index." The search strategy was deliberately broad to identify all relevant articles to answer the two review questions.

Original controlled studies were included if they were published in English between March 1995 and November 2014, conducted in adults and/or children with type 1 diabetes, used rapid-acting insulin analogs (lispro, aspart, or glulisine), and 1) compared postprandial glycemia following different foods/meals with the same insulin dosing strategy or 2) different prandial dosing strategies for the same foods/meals. A start date of March 1995 was intentionally chosen because this was when the first rapid-acting insulin analog (lispro) was available in the U.S. Studies of participants of any age, sex, or race were included. Studies where both the meal and the insulin dose were concurrently altered or the meal composition was not controlled and studies in pregnancy or involving exercise were excluded.

The literature search identified 143 studies, and 13 more studies were identified through hand-searching reference lists (Supplementary Fig. 1). Of these studies, 127 were excluded primarily due to duplication ($n = 23$) and not meeting the inclusion criteria for this review, including 21 in type 2 diabetes, 6 comparing various types of insulin or regimens, and 4 varying insulin dosing and meals concurrently. The remaining 29 studies were included in this review.

QUESTION 1: WHAT EFFECTS DO GI, PROTEIN, AND FAT HAVE ON ACUTE POSTPRANDIAL GLUCOSE CONCENTRATIONS IN TYPE 1 DIABETES?

As summarized in Table 1, 16 studies examining the effects of nutritional factors on postprandial glycemia were identified (4–19) (see Supplementary Table 1 for more details).

Fat

Seven studies examining the effect of dietary fat on postprandial glycemia in 103 subjects with type 1 diabetes were identified (5,7,8,11,15,18,19). All studies added fat to the test meal, which concurrently increased the energy content of the test meal. The amount of dietary fat added to the control meals ranged from 6.6 to 52 g.

All studies reported that dietary fat modified postprandial glycemia. One study did not find an increase in glucose concentration (5) possibly because the postprandial monitoring period was only 3 h. Two studies reported that the addition of dietary fat reduced the area under the curve in the first 2–3 h (7,8). This may be due to fat delaying gastric emptying, as indicated by one of the studies demonstrating that the gastric emptying rate was significantly reduced in the first 2 h after consuming a high-fat meal (7). This in turn delayed the rise in postprandial glycemia, with four studies reporting a lag in time to peak blood glucose concentrations between 6 and 90 min (mean 29 min) (5,7,15,18).

Evidence suggests that meals containing carbohydrates and that are high in dietary fat cause sustained late postprandial hyperglycemia. One study showed the addition of 35 g dietary fat significantly increased postprandial glucose concentrations by 2.3 mmol/L at 5 h (15). Wolpert et al. (19) demonstrated that the addition of 50 g fat caused significant hyperglycemia over 5 h, even when additional insulin was administered using a closed-loop glucose control system. Free fatty acids (FFAs) directly induce insulin resistance, and one study postulated that the mechanism for the delayed hyperglycemic effect of dietary fat is FFA-induced insulin resistance with increased hepatic glucose output (20). Consistent with the observed time course of hyperglycemia following higher-fat meals in type 1

Table 1—Summary of systematic review: effects of fat, protein, and GI on acute postprandial glycemia in type 1 diabetes

Nutritional factor	Summary of findings	Clinical Implications
Fat	<ul style="list-style-type: none"> • Seven studies (total 103 subjects) (5,7,8,11,15,18,19). • All studies reported significant differences in glycemia with addition of fat. • Fat reduces early glucose response (first 2–3 h) (7,8) and delays peak blood glucose (5,7,15,18) due to delayed gastric emptying. • Fat leads to late postprandial (>3 h) hyperglycemia (18,19). • Addition of 35 g fat can increase blood glucose by 2.3 mmol/L (15), and in some individuals, 50 g of fat can increase insulin requirements by twofold (19). • Marked interindividual differences in the glycemic effect of fat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Increase in dose required for coverage of higher-fat meals needs to be individualized. • Delicate balance in calculation and timing of insulin action: needs more insulin to prevent late postprandial hyperglycemia; however, if too much insulin upfront, there is a risk for early postprandial hypoglycemia.
Protein	<ul style="list-style-type: none"> • Seven studies (total 125 subjects) (5,8,11,13,15–17). • All studies reported significant differences in glycemia with addition of protein. • Effect of protein is delayed (effects seen ~100 min postmeal) (11,13,15,17). • Protein has different effects when consumed with and without carbohydrates [e.g., 30 g protein with carbohydrates will affect blood glucose (15,16), whereas at least 75 g protein is needed to see an effect when consumed in isolation (13)]. 	<ul style="list-style-type: none"> • Protein-only meals (e.g., ≥230 g lean steak with salad) may require a different insulin dosing strategy than for protein and carbohydrate meals.
GI	<ul style="list-style-type: none"> • Seven studies (total 98 subjects) (4,6,8–10,12,14). • All studies reported significant differences in glycemia with differing GI (same carbohydrate). • High-GI foods have rapid glucose spike (9,14). • Low-GI foods lower overall glucose response (8–10,12,14), reduce glucose peak (4,9,14), and increase risk of hypoglycemia (when usual CIR is used) (6,9,10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mismatch between insulin action and carbohydrate absorption following high-GI foods can be problematic, leading to a rapid glucose spike. • Total carbohydrate content still important: a large carbohydrate serving of low-GI food will still cause large glycemic response. • Low-GI foods with high fructose and/or sucrose content (e.g., fruit juice) will still produce a rapid glucose spike.

See Supplementary Table 1 for details.

diabetes, Gormsen et al. (21) demonstrated in healthy subjects that insulin resistance develops at least 120 min after circulating FFAs increase.

Protein

Seven studies examining the effect of dietary protein on postprandial glycemia in 125 subjects with type 1 diabetes (range 8–33 subjects) were identified (5,8,11,13,15–17). All studies kept carbohydrate content consistent, with six adding protein to the test meal, thereby concurrently increasing the energy content. Winiger et al. (17) was the only study to keep energy levels constant; however, to keep energy and carbohydrates constant, both protein and fat were simultaneously varied.

All included studies reported that postprandial glycemia was modified by the addition of protein, with all but one (5) reporting significant differences. Smart et al. (15) reported that the addition of 35 g protein to 30 g carbohydrates significantly increased blood glucose levels by 2.6 mmol/L at 5 h.

The effect of fat and protein was additive, with blood glucose concentrations increasing by 5.4 mmol/L at 5 h, the sum of the individual incremental increases for protein and fat. Paterson et al. (13) was the only study examining the effect of protein only (in the absence of carbohydrates and fat) and found that the addition of 12.5–50 g protein did not significantly affect glycemia, although the addition of 75 and 100 g significantly increased glucose concentrations, reaching a peak at the conclusion of the 5-h study and causing an increase in glucose concentrations similar to that of 20 g carbohydrates given without insulin. These results suggest that protein has differential effects when consumed with and without carbohydrates.

All studies agreed that protein affects blood glucose concentrations in the late postprandial period. When protein was the only macronutrient consumed, glucose concentrations began to rise after 100 min for protein loads of ≥75 g (13). For meals where carbohydrates were also consumed, increased glucose

concentrations were noted after 3–4 h (11,15,17).

Glycemic Index

Seven studies examining the effects of GI on postprandial glycemia in 98 subjects with type 1 diabetes (range 8–20 subjects) were identified (4,6,8–10,12,14). All studies compared higher- versus lower-GI foods or meals. Two studies concurrently varied the energy and macronutrient compositions of the test meals, confounding the interpretation (4,8).

All seven studies reported significant differences in blood glucose concentrations, with low-GI foods and meals producing lower glycemic responses. Three studies suggested that the risk of mild hypoglycemia is greater with low-GI than with high-GI foods (6,9,10); however, the timing of the episodes was not reported. One study suggested that low-GI foods are more likely to cause early hypoglycemia, reporting a correlation between GI and time to hypoglycemia, with each unit increase in GI

delaying hypoglycemia by 1 min (9). This is consistent with the reduced overall glycemic response with low-GI foods/meals.

QUESTION 2: WHAT PRANDIAL INSULIN DOSING STRATEGIES WORK BEST FOR GI, PROTEIN, AND FAT IN TYPE 1 DIABETES?

Fifteen studies examining the effects of varying prandial dosing strategies, including various bolus types, timing of the meal bolus, and methods to calculate the bolus dose, on postprandial glycemia were identified (14,19,22–34) (Supplementary Table 2).

Fat and Protein

Ten studies examining insulin bolus dose and delivery patterns and timing required to cover meals high in fat and/or protein were identified (19,22–24,26–30,33).

Insulin Dose

As summarized in Table 2, six studies investigated the additional insulin requirements for food or meals high in fat or protein (19,22,23,28,29,33). The amount of additional insulin varied across studies depending on the method used to estimate the bolus/insulin requirements. Lee et al. (29) used a predetermined value of 50% of the carbohydrate-to-insulin ratio (CIR) to

calculate fat-to-insulin and protein-to-insulin ratios, with the additional insulin delivered as an extended bolus. Similarly, another two studies (28,33) calculated additional insulin for fat-protein units (FPU) (defined as 100 kcal or 420 kJ fat and/or protein) (35), with the duration of the extended bolus adjusted from 3 to 6 h depending on the number of FPUs consumed. A major limitation of this equation was the high rate of clinically significant hypoglycemia compared with carbohydrate counting (28,33). Another study using closed-loop glucose control measured the additional insulin required to maintain glucose control after a high-fat meal (19). This study revealed that the addition of 50 g of fat markedly increased insulin requirements over the 5-h postprandial period, with one subject needing a more than twofold increase. This study identified marked interindividual differences in fatsensitivity, highlighting the need for individualized incremental dosing for fat and pointing to the limitations of equations that calculate individual insulin dosing for fat and protein as a proportion of the individual's CIR (28,29,33).

Two studies investigated another novel insulin dosing algorithm, the Food Insulin Index (FII), to calculate the insulin demand for individual foods

(23) and mixed meals (22). The FII is based on the physiological insulin demand evoked by 1,000-kJ food portions as measured in healthy subjects. Because food energy is the constant, the method accounts for all nutritional and metabolic factors that influence insulin demand, not just the macronutrient content. With this method, bolus insulin is calculated for foods not traditionally covered by insulin, including eggs and steak. Both studies reported significantly improved glycemia in the 3-h postprandial period. However, the relatively short postprandial monitoring period may not have detected the delayed glycemic impact of fat and protein. The rates of hypoglycemia were high in both the FII and the carbohydrate-counting groups in one study (23), suggesting that the initial CIR and basal rates were not adequately optimized at study commencement. A pilot study using the FII in practice did not find an increased risk of hypoglycemic events (36).

Bolus Timing and Type

Whereas all the studies in the literature examining the optimal timing of the prandial bolus (25,26,34) uniformly demonstrated that delivering a bolus 15–20 min before eating rather than immediately before or after the meal significantly improves postprandial glycemia, studies examining the optimal bolus type required to cover higher-fat meals showed discrepant results. Four studies reported that the combo wave bolus was the most effective method (24,27,29,33), whereas one suggested that the standard bolus with insulin delivered 15 min before the meal was superior (26) and another reported no differences in glucose excursions among normal, combo wave, and extended boluses after pasta meals (30).

Methodological differences and issues confound the evaluation of the published literature. The duration and split of the bolus types varied across studies. Furthermore, failure to optimize basal rates as part of the study protocol could have affected the findings of some studies. In addition, differences in the GI and macronutrient content of the test meals and duration and split of the bolus types in the studies may have contributed to the differences in the results. Of note, some studies had a relatively short postprandial monitoring period

Table 2—Summary of systematic review: studies evaluating prandial insulin dosing equations and requirements for high-fat meals with or without protein

Method ^a	Limitation
Two studies (28,33) calculated additional insulin for fat and protein using a complex dosing equation with FPUs (35) and the subject's CIR.	High rate of clinically significant postprandial hypoglycemia compared with carbohydrate counting.
One study (29) used a predetermined value of 50% of the CIR to calculate fat-to-insulin and protein-to-insulin ratios and added the additional insulin to extended bolus.	Suboptimal postprandial glucose control.
Two studies (22,23) used the FII to calculate additional insulin for high-fat and/or -protein meals. Both studies reported significantly improved glycemia in the 3-h postprandial period.	Because of the short postprandial monitoring period, may have failed to detect delayed impact of fat and protein on glucose concentrations.
One study (19) used closed-loop control to determine additional insulin required to maintain postprandial glycemic control after a high-fat meal; definitively established that high-fat meals need more insulin coverage than lower-fat meals with identical carbohydrate content.	Findings need to be translated into a dosing equation for use in clinical practice.

See Supplementary Table 2 for details. ^aMethod used to calculate the additional insulin and the amount given varied across studies.

and, thus, may not have detected the delayed hyperglycemia from dietary fat.

Glycemic Index

Two studies examining insulin dosing strategies to improve postprandial glycemia for low-GI meals were identified (14,32). One study in patients using a pump demonstrated that a 50:50% combo wave bolus over 2 h resulted in a 47% decrease in the postprandial glucose area under the curve compared with a standard bolus for a low-GI meal (32). Another study examined bolus strategies for low-GI meals in children using multiple daily injections and found that insulin administration 15 min before the meal resulted in better postprandial glycemic control than insulin administration 15 min after the meal (14).

No studies investigated changes in insulin dose for meals of a higher GI. The mismatch between the action of analog insulins and the rapid glucose spike caused by high-GI meals remains a clinical challenge, and practical insulin dosing strategies are needed to address this.

QUESTION 3: WHAT ARE THE IMPLICATIONS FOR CLINICAL PRACTICE?

From the findings of this review, GI, protein, and fat substantially modulate postprandial glucose concentrations in individuals with type 1 diabetes. The impact on 3-h postprandial glucose concentrations of the addition of 35 g fat and 40 g protein to a meal (37) is equivalent to that resulting from the consumption of 20 g carbohydrates without insulin (13). The addition of 50 g fat to a meal can increase insulin requirements by more than twofold (19). This demonstrates that to optimize postprandial glucose control, some mealtime insulin doses need to be adjusted based on the complete meal composition rather than solely on the carbohydrate content.

Whereas meals high in fat and protein require more insulin to control late postprandial hyperglycemia than lower-fat and -protein meals with the same carbohydrate content, as outlined in the previous section, the actual amount of additional insulin and delivery pattern required for high-fat or high-protein meals is not clear. Preliminary studies have indicated that in some individuals, a combo wave bolus extending over 2–2.5 h with as much as a 125%

increase in the total insulin dose is required for meals containing 40 g saturated fat (38). As outlined in Fig. 1, an empirical approach is necessary to identify an individual's nutrient sensitivities and optimize insulin dosing for complex meals. As a starting point, initial insulin doses are calculated based on the carbohydrate content of the meal and the individual's CIR, with subsequent incremental dose increases guided by retrospective review of the patient's previous postprandial glucose responses. This review of records can also identify alternative favorite foods with less glycemic effect, and these insights can be helpful in patient education and nutrition counseling.

Of note, in covering higher-fat meals, the amount of insulin given upfront needs to be adjusted to minimize the

risk for early postprandial hypoglycemia from delayed gastric emptying induced by the dietary fat. Based on physiological considerations, it seems likely that the percentage of the total insulin dose delivered during the initial phase of a combo wave bolus for higher-fat meals will also need to vary depending on the GI of the meal (more insulin upfront for higher-GI carbohydrate loads). However, as outlined in the previous section, limited scientific data are available regarding the optimal split and duration of the advanced pump boluses for various meal types.

In individuals on multiple dose insulin therapy, strategies frequently suggested in clinical practice for high-fat/low-GI meals (e.g., pizza) are to inject an additional insulin bolus 1 h after the meal to match the delayed absorption

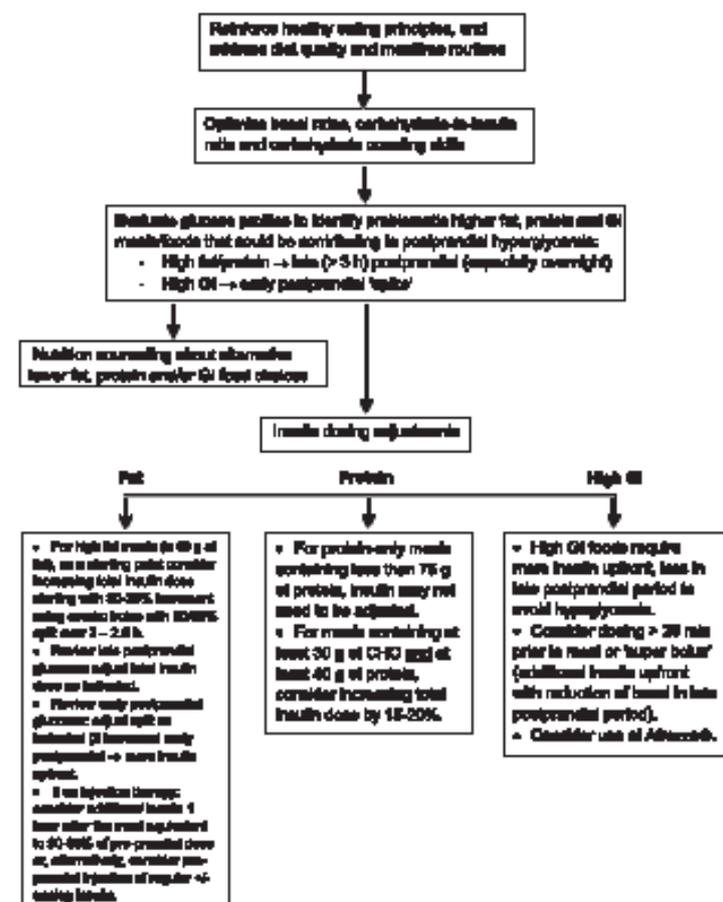


Figure 1—Clinical application of insights about the effects of fat, protein, and GI on postprandial glucose control.

or, alternatively, to cover the meal with a preprandial injection of regular with or without analog insulin. However, these approaches have not been investigated in controlled studies.

Interindividual differences in the impact of macronutrients on postprandial glucose control are another factor compounding the development of standardized insulin dosing algorithms for complex meals (15,19). To date, studies have not been able to identify phenotype markers that correlate with interindividual differences in the glycemic effect of dietary fat. Furthermore, these differences do not appear to correlate with the CIR, and there is no scientific foundation for the use of the CIR as the basis for calculating incremental insulin doses to cover fat [as has been suggested by others (33)].

The mismatch between the rapid glucose absorption following higher-GI meals and the relatively delayed action of subcutaneously administered insulin leads to an initial postprandial glycemic spike that in practice can be difficult to overcome. As indicated in the ADA guidelines, substituting low-glycemic load foods for higher-glycemic load foods may modestly improve glycemic control (2). Increasing the insulin dose to reduce the spike can lead to overinsulinization in the late postprandial period with an associated increased risk for hypoglycemia. Use of a superbolus (an increased insulin bolus upfront followed by basal rate reduction) has been proposed to provide a better match between insulin action and glucose absorption following higher-GI meals. Technosphere insulin (Afrezza), the inhaled prandial insulin recently released in the U.S., has an action profile that may allow for better coverage of higher-GI carbohydrates than insulin analogs delivered subcutaneously (39).

The timing of the insulin dose in relation to the meal is an important factor in optimizing postprandial control. Early delivery of a preprandial insulin bolus for higher-GI carbohydrate loads is another strategy that can be at least partially effective in blunting the initial postprandial spike. In this context, it should be mentioned that unless the individual has gastroparesis, preprandial insulin is preferable to insulin administered during or after the meal for all meal types, including low-GI and high-fat meals.

Finally, clinical education and recommendations should reinforce healthy eating principles and not simply focus on insulin adjustments. In clinical practice, it may be more pertinent to address issues in dietary quality and mealtime routines to improve postprandial control rather than to just focus on fine-tuning mealtime insulin therapy. A registered dietitian can provide a thorough assessment and medical nutrition therapy (1,2).

QUESTION 4: WHAT ARE THE KNOWLEDGE GAPS, AND HOW CAN TECHNOLOGY BE LEVERAGED TO IMPROVE POSTPRANDIAL GLUCOSE CONTROL?

Further research in this area is crucial to provide a stronger evidence base for clinical decision-making. Table 3 outlines some of the issues of practical importance to address in future research. This increased knowledge about the impact of macronutrients on postprandial glucose control and improved insulin dosing algorithms will be of practical relevance only if a pathway for translating the research findings into clinical care is established.

Digital health tools and cloud computing will open opportunities to develop sophisticated analytic systems to automatically evaluate postprandial glucose data and provide dosing recommendations. Carbohydrate counting is a challenging aspect to diabetes self-management, and requiring that fat and protein intake also be quantitated and incorporated in insulin dosing decisions will create an additional burden that few patients will be able to accomplish. The need for both practical simplicity and widespread use of advanced dosing algorithms will ultimately be resolved with the development of data analysis and decision-support tools that evaluate

meal patterns to identify whether macronutrients are contributing to glycemic fluctuations and to provide individualized dosing recommendations to patients for their common meals, thereby eliminating the need for patients to routinely count carbohydrates and other macronutrients.

An opportunity exists to capitalize on the control algorithms used in artificial pancreas (AP) technology to optimize current open-loop mealtime insulin dosing. Although AP technology ultimately has the potential to remove any need to calculate insulin dosing, considerable regulatory and technical hurdles must be overcome before an AP system will become a routine tool for the management of type 1 diabetes. Going back almost a decade, methods based on proportional integral derivative control strategies have been used to effect changes in basal insulin delivery with improved fasting glucose control (19,40,41). Metabolic models for predicting future glucose excursions have been developed for use with AP systems (36), and the same approach can be used to analyze postprandial glucose patterns and provide adaptive open-loop bolus dose recommendations (38).

The introduction of continuous glucose monitoring into diabetes care has revealed the complex picture of postprandial glucose patterns in type 1 diabetes, including rapid glucose spikes from higher-GI carbohydrates and late postprandial hyperglycemia from dietary fat and protein, and highlights the limitations of the traditional carbohydrate-based approaches for mealtime insulin dosing. New insights about the effect of dietary macronutrients on postprandial glucose control has been included in the recent ADA standards of medical care, which mention that "for selected individuals...the impact

Table 3—Unanswered questions about the effect of dietary fat and protein on postprandial glucose control in type 1 diabetes

How much fat does there need to be in a meal before a clinically significant glycemic effect becomes apparent?
Is there a threshold and/or dose response (i.e., more fat requires more insulin)?
Do all types of fat and protein have similar effects?
Are there phenotypic characteristics that can be used as markers to identify individuals with diabetes who are more nutrient sensitive and will require more insulin to cover higher-fat/protein meals?
What are the optimal insulin dose adjustments needed for common meals with varying fat and protein content?

of protein and fat on glycemic excursions can be incorporated into diabetes management" (1). At a practical level, in reviewing patient glucose records, the possible role of dietary fat and protein as contributors to glycemic fluctuations needs to be considered. Although this review shows that high-fat meals require more insulin coverage than lower-fat meals with identical carbohydrate content and provides some indication of the additional insulin dosages demanded for higher-fat foods (19), we do not yet have simple and easy-to-use insulin dosing algorithms for dietary fat. Ongoing research in conjunction with the development of digital tools to assist patients in dosage decision-making promise solutions to address this need for a better approach to optimizing postprandial insulin coverage that could be readily and widely applied in the management of type 1 diabetes.

Duality of Interest. No potential conflicts of interest relevant to this article were reported.

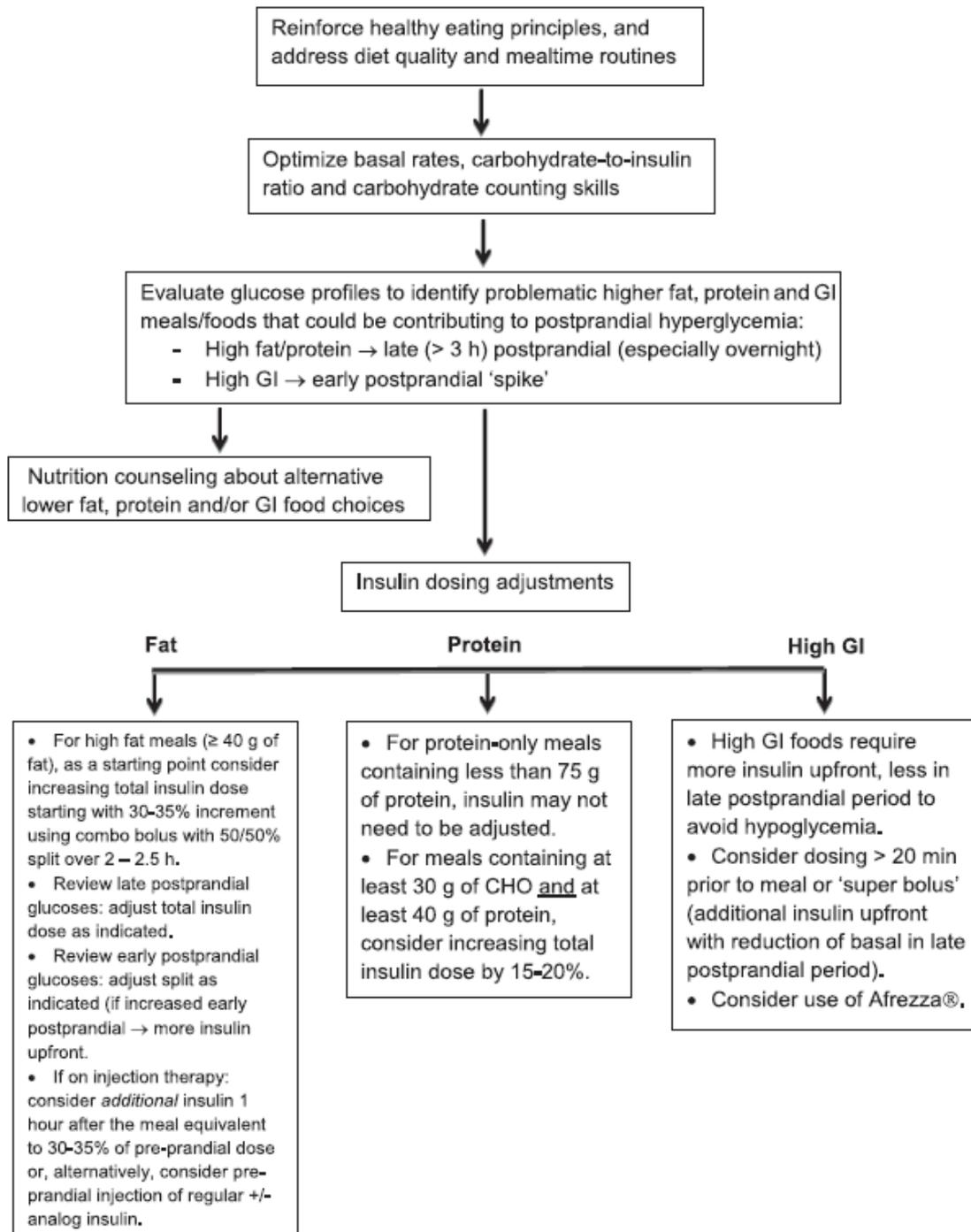
Author Contributions. K.L.B. contributed to the conception and design of the study, collected and interpreted the data, contributed to the writing of the first draft of the manuscript and subsequent revisions, critically reviewed the drafts of the manuscript, and contributed to intellectual content. C.E.S. contributed to the design of the study, collected and interpreted the data, contributed to the writing of the first draft of the manuscript, critically reviewed the drafts of the manuscript, and contributed to intellectual content. G.M.S. contributed to the conception and design of the study, contributed to the writing of the manuscript, critically reviewed the drafts of the manuscript, and contributed to intellectual content. J.C.B.-M. and B.K. critically reviewed the drafts of the manuscript and contributed to intellectual content. H.A.W. conceived and designed the study, contributed to the data interpretation, contributed to the writing of the first draft of the manuscript and subsequent revisions, critically reviewed the drafts of the manuscript, and contributed to intellectual content.

References

- American Diabetes Association. Approaches to glycemic treatment. Sec. 7. In *Standards of Medical Care in Diabetes—2015*. Diabetes Care 2015;38(Suppl. 1):S41–S48
- American Diabetes Association. Foundations of care: education, nutrition, physical activity, smoking cessation, psychosocial care, and immunization. Sec. 4. In *Standards of Medical Care in Diabetes—2015*. Diabetes Care 2015;38(Suppl. 1):S20–S30
- Klonoff DC, Buckingham B, Christiansen JS, et al.; Endocrine Society. Continuous glucose monitoring: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:2968–2979
- Elleri D, Allen JM, Harris J, et al. Absorption patterns of meals containing complex carbohydrates in type 1 diabetes. *Diabetologia* 2013;56:1108–1117
- García-López JM, González-Rodríguez M, Pazos-Couselo M, Gude F, Prieto-Tenreiro A, Casanueva F. Should the amounts of fat and protein be taken into consideration to calculate the lunch prandial insulin bolus? Results from a randomized crossover trial. *Diabetes Technol Ther* 2013;15:166–171
- Lafrance L, Rabasa-Lhoret R, Polsson D, Ducros F, Chasson JL. Effects of different glycaemic index foods and dietary fibre intake on glycaemic control in type 1 diabetic patients on intensive insulin therapy. *Diabet Med* 1998;15:972–978
- Lodefalk M, Aman J, Bang P. Effects of fat supplementation on glycaemic response and gastric emptying in adolescents with type 1 diabetes. *Diabet Med* 2008;25:1030–1035
- MacDonald K, Lowe JM, Barker D, Mensch M, Attia J. Effect of popular takeaway foods on blood glucose levels in type 1 diabetes mellitus patients on intensive insulin therapy. *Int J Clin Pract* 2009;63:189–194
- Mohammed NH, Wollever TMS. Effect of carbohydrate source on post-prandial blood glucose in subjects with type 1 diabetes treated with insulin lispro. *Diabetes Res Clin Pract* 2004;65:29–35
- Nansel TR, Gellar L, McGill A. Effect of varying glycaemic index meals on blood glucose control assessed with continuous glucose monitoring in youth with type 1 diabetes on basal-bolus insulin regimens. *Diabetes Care* 2008;31:695–697
- Neu A, Behnet F, Braun R, et al. Higher glucose concentrations following protein- and fat-rich meals - the Tuebingen Grill Study: a pilot study in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 20 October 2014 [Epub ahead of print]
- Parillo M, Annuzzi G, Riheliese AA, et al. Effects of meals with different glycaemic index on postprandial blood glucose response in patients with type 1 diabetes treated with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabet Med* 2011;28:227–229
- Paterson MA, Smart CE, McElduff P, et al. Influence of pure protein on postprandial blood glucose levels in individuals with type 1 diabetes mellitus (Abstract). *Diabetes* 2014; 63:A15
- Ryan RL, King BR, Anderson DG, Attia JR, Collins CE, Smart CE. Influence of and optimal insulin therapy for a low-glycemic index meal in children with type 1 diabetes receiving intensive insulin therapy. *Diabetes Care* 2008;31:1485–1490
- Smart CEM, Brans M, O'Connell SM, et al. Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes, and the effect is additive. *Diabetes Care* 2013;36:3897–3902
- Uthoff H, Lehmann R, Sprenger M, Wiesl P. Skipping meals or carbohydrate-free meals in order to determine basal insulin requirements in subjects with type 1 diabetes mellitus? *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2010;118:325–327
- Winiger G, Keller U, Laager R, Girard J, Berger W. Protein content of the evening meal and nocturnal plasma glucose regulation in type-1 diabetic subjects. *Horm Res* 1995;44:101–104
- Wollever TMS, Mulian YM. Sugars and fat have different effects on postprandial glucose responses in normal and type 1 diabetic subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2011;21:719–725
- Wolpert HA, Atakow-Castillo A, Smith SA, Steil GM. Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insulin requirements in patients with type 1 diabetes: implications for carbohydrate-based bolus dose calculation and intensive diabetes management. *Diabetes Care* 2013;36:810–816
- Roden M, Price TB, Perseghin G, et al. Mechanism of free fatty acid-induced insulin resistance in humans. *J Clin Invest* 1996;97:2859–2865
- Gormsen LC, Nielsen C, Jessen N, Jørgensen JO, Møller N. Time-course effects of physiological free fatty acid surges on insulin sensitivity in humans. *Acta Physiol (Oxf)* 2011;201:349–356
- Bao J, Gilbertson HR, Gray R, et al. Improving the estimation of mealtime insulin dose in adults with type 1 diabetes: the Normal Insulin Demand for Dose Adjustment (NIDDA) study. *Diabetes Care* 2011;34:2146–2151
- Bell KI, Gray R, Munns D, et al. Estimating insulin demand for protein-containing foods using the food insulin index. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68:1055–1059
- Chase HP, Saib SZ, MacKenzie T, Hansen MM, Garg SK. Post-prandial glucose excursions following four methods of bolus insulin administration in subjects with type 1 diabetes. *Diabet Med* 2002;19:317–321
- Cobry E, McFann K, Messer L, et al. Timing of meal insulin boluses to achieve optimal postprandial glycaemic control in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2010;12:173–177
- De Palma A, Giani E, Iafusco D, et al. Lowering postprandial glycemia in children with type 1 diabetes after Italian pizza "margherita" (TyBoDi2 Study). *Diabetes Technol Ther* 2011; 13:483–487
- Jones SM, Quarry JL, Caldwell-McMillan M, Mauger DT, Gabbay RA. Optimal insulin pump dosing and postprandial glycemia following a pizza meal using the continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technol Ther* 2005;7:233–240
- Kordonouri O, Hartmann R, Remus K, Bläsig S, Sadeghian E, Danne T. Benefit of supplementary fat plus protein counting as compared with conventional carbohydrate counting for insulin bolus calculation in children with pump therapy. *Pediatr Diabetes* 2012;13:540–544
- Lee SW, Cao M, Sajid S, et al. The dual-wave bolus feature in continuous subcutaneous insulin infusion pumps controls prolonged postprandial hyperglycemia better than standard bolus in type 1 diabetes. *Diabetes Nutr Metab* 2004;17:211–216
- Urdholm-Olinder A, Runefors J, Smide B, Kemel A. Post-prandial glucose levels following three methods of insulin bolusing: a study in adolescent girls and in compliance with girls

- without diabetes. *Pract Diabetes Int* 2009;26:110–115
31. Lopez P, Smart C, Morbey C, McElduff P, Paterson M, King BR. Extended insulin boluses cannot control postprandial glycemia as well as a standard bolus in children and adults using insulin pump therapy. *BMI Open Diab Res Care* 2014;2:e0000050
32. O'Connell MA, Gilbertson HR, Donath SM, Cameron FJ. Optimizing postprandial glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes using insulin pump therapy: impact of glycemic index and prandial bolus type. *Diabetes Care* 2008;31:1491–1495
33. Pańkowska E, Blazik M, Groele L. Does the fat-protein meal increase postprandial glucose level in type 1 diabetes patients on insulin pump: the conclusion of a randomized study. *Diabetes Technol Ther* 2012;14:16–22
34. Scaramuzza AE, Iafusco D, Santoro L, et al. Timing of bolus in children with type 1 diabetes using continuous subcutaneous insulin infusion (TIBODI Study). *Diabetes Technol Ther* 2010;12:149–152
35. Pańkowska E, Szypowska A, Lipka M, Szpotarńska M, Blazik M, Groele L. Application of novel dual wave meal bolus and its impact on glycated hemoglobin A1c level in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2009;10:298–303
36. Bell K, Gay R, Munns D, et al. Food Insulin Index (FI) vs. traditional carbohydrate counting for glycemic control in adults with type 1 diabetes: a 3-month pilot study (Abstract). *Diabetes* 2014;63(Suppl.):A189
37. Smart CE, Ross K, Edge JA, King BR, McElduff P, Collins CE. Can children with Type 1 diabetes and their caregivers estimate the carbohydrate content of meals and snacks? *Diabet Med* 2010;27:348–353
38. Bell K, Toschi E, Wolpert H, Stell GM. Use of model predicted bolus estimation to optimize insulin dosing strategies covering high fat meals (Abstract). *Diabetes Technol Ther* 2015;17:A-22
39. Nuffer W, Trujillo JM, Ellis SL. Technosphere insulin (Afrezza): a new, inhaled prandial insulin. *Ann Pharmacother* 2015;49:99–106
40. Dauber A, Corcia L, Safer J, Agus MS, Elnis S, Stell GM. Closed-loop insulin therapy improves glycemic control in children aged <7 years: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2013;36:222–227
41. Stell GM, Agus MS. Critical illness hyperglycemia: is failure of the beta-cell to meet extreme insulin demand indicative of dysfunction? *Crit Care* 2009;13:129

Annexe 2 : approche clinique de la revue systématique (version anglaise)



Annexe 3 : protocole de travail de Bachelor



Comment tenir compte des lipides et des protéines dans la gestion du diabète de type 1 ?

Protocole de travail de Bachelor

Olivia Ansermet
N° matricule : 2039143437

Anouk Aebi
N° matricule : 2258648457

Directrice de TBS : Corinne Kehl – Diététicienne diplômée, Chargée d'enseignement, Haute Ecole de Santé de Genève, Filière Nutrition et diététique

Genève

Décembre 2015

Table des matières

1. Introduction	4
1.1. Diabète type 1	4
1.1.1. Définition et épidémiologie	4
1.1.2. Complications du diabète	4
1.2. Homéostasie glucidique	4
1.2.1. Métabolisme glucidique	4
1.2.2. Insuline	4
1.2.3. Mode d'administration de l'insuline	5
1.2.4. Facteurs influençant la glycémie	5
1.2.5. Lipides	5
1.2.6. Protéines	5
1.2.7. Considération des protéines et des lipides	5
1.3. Recommandations des sociétés savantes	6
1.4. Problématique	6
2. Buts et objectifs	7
3. Méthodologie	7
3.1. Extraction des données et synthèse de connaissance	7
3.2. Création d'outil	8
3.2.1. Evaluation de la pertinence	8
3.2.2. Identification des repas	8
3.2.3. Calcul de la composition des mets	8
3.2.5. Identification des repas problématiques	9
3.2.6. Création de l'outil	9
4. Risques et bénéfices	9
5. Ressources et budget	9
5.1. Ressources matérielles	9
5.2. Ressources financières	9
5.3. Ressources humaines	9
6. Calendrier	9
7. Perspectives	10
8. Liste de références bibliographiques	11
9. Annexes	14
Annexe 1 : Variation glycémique de différents repas	14
Annexe 2 : Création de connaissances	15

Résumé

Pour la gestion du diabète de type 1, le calcul des hydrates de carbone (HC) est la méthode recommandée pour déterminer la dose d'insuline. Selon l'American Diabetes Association (ADA), les HC sont le nutriment qui influencent le plus les glycémies.

Une récente publication établit clairement que les protéines et les lipides influencent la glycémie. En effet, les lipides et les protéines, selon la quantité consommée, provoqueraient une augmentation retardée de la glycémie. De plus, l'effet des protéines et des lipides serait additif. Plusieurs patients ont rapportés des difficultés dans le contrôle glycémique lors de la consommation de repas tels que pizza ou fondue au fromage. Lors d'un mauvais contrôle glycémique, le diabète cause des atteintes graves de plusieurs organes et peut entraîner une mort prématurée.

Actuellement, aucune société savante ne tient compte de l'influence de ces macronutriments dans la détermination de l'insuline prandiale chez les diabétiques de type 1. Il manque d'évidences solides pour établir une stratégie universelle considérant les lipides et les protéines dans la gestion de la glycémie. Suite à un manque de recommandations concrètes concernant les lipides et les protéines pour la population diabétique de type 1, nous avons décidé de créer un outil pouvant les aider dans la gestion de la glycémie. Cet outil va répertorier les repas qui ont un effet sur la glycémie par rapport à leur teneur en lipides et en protéines. Le but de cet outil est d'orienter les sujets diabétiques dans leurs consommations alimentaires et ainsi d'améliorer leur contrôle glycémique. Avec l'expérience, ils pourront anticiper l'effet d'un repas sur la glycémie postprandiale.

Afin de réaliser cet outil, nous allons effectuer une synthèse de connaissances en se basant sur les conclusions d'une revue systématique et sur les recommandations de sociétés savantes. Nous allons en parallèle évaluer la nécessité de l'outil auprès des professionnels, à l'aide d'un questionnaire. Ensuite, nous allons fixer un seuil à partir duquel les protéines et les lipides influencent la glycémie. Un recensement des repas les plus consommés par la population suisse sera effectué. Les repas susceptibles d'influencer la glycémie par leur teneur en protéines et/ou en lipides seront mis en évidence de manière subjective. Grâce au logiciel Prodi®, nous calculerons la composition nutritionnelle des repas sélectionnés. Finalement, la création de l'outil se fera sous forme de tableau : les mets seront classés dans un ordre croissant en fonction de leur composition. Nous tenterons d'adresser des conseils pratiques, pour la détermination d'insuline prandiale.

1. Introduction

Dans cette première partie, les différents concepts de notre problématique sont décrits : le diabète de type 1, l'insuline et son mode d'administration, l'influence des protéines et des lipides sur la glycémie ainsi que les recommandations actuelles pour la gestion du diabète de type 1. La problématique, expliquée au point 1.4, rassemble tous ces aspects.

1.1. Diabète type 1

1.1.1. Définition et épidémiologie

La Fédération Internationale du Diabète (FID) (1) démontre une progression constante de l'incidence et de la prévalence du diabète. A l'échelle mondiale 8,3% des adultes sont diabétiques. D'ici 2035, la prévalence du diabète devrait augmenter de 55% selon les prévisions de la FID. La prévalence du diabète de type 1, représentant environ 10% des diagnostics de diabète, est en légère augmentation (2,3).

Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune caractérisée par une destruction des cellules bêta du pancréas et une absence de sécrétion d'insuline. Des facteurs génétiques sont à l'origine de cette maladie ainsi que certains facteurs environnementaux, peu détaillés jusqu'à présent. L'absence d'insuline ne permet pas de maintenir l'homéostasie du glucose et de l'insuline exogène est nécessaire pour la survie.

Le diabète de type 2 présente une insulino-résistance et une déficience des cellules pancréatiques. L'insulinémie résiduelle de manière individuelle n'est parfois pas suffisante à maintenir l'homéostasie glucidique. L'étiologie multifactorielle et la variabilité interindividuelle du diabète de type 2 nous poussent à nous orienter vers une pathologie clairement établie et nécessitant obligatoirement de l'insuline exogène : le diabète de type 1.

1.1.2. Complications du diabète

L'hyperglycémie prolongée peut mener à des complications touchant le système cardiovasculaire, les reins, les yeux et les nerfs (1). Lorsque les apports insuliniques sont insuffisants ou en période de jeûne, l'organisme produit des corps cétoniques pour fournir de l'énergie. Cela expose l'individu à l'acidocétose. L'acidocétose est une complication aigüe sévère du diabète de type 1, potentiellement mortelle (1).

1.2. Homéostasie glucidique

1.2.1. Métabolisme glucidique

Le glucose représente plus de 80 % des monosaccharides hydrolysés dans la lumière intestinale. Une fois passée la barrière des entérocytes, la quasi-totalité du fructose et du galactose est capté par le foie, tandis que seuls 30 à 40 % du glucose est retenu au niveau hépatique. Le reste du glucose, transporté sous forme libre dans la circulation sanguine, rejoint les tissus périphériques. Pour ces raisons, les hydrates de carbone (HC) sont le nutriment qui influencent le plus les glycémies (4).

1.2.2. Insuline

L'entrée du glucose dans les cellules est régulée par l'insuline. L'insuline est une hormone hypoglycémisante, qui est produite par le pancréas. Lorsqu'elle est libérée dans la circulation sanguine, elle permet au glucose d'accéder aux cellules en activant des récepteurs à la surface de ces cellules (GLUT4). Cette hormone anabolisante favorise la glycogénogenèse, la lipogenèse et la protéosynthèse (4). Chez les diabétiques de type 1, le traitement à l'insuline est indispensable pour assurer la survie (5)

1.2.3. Mode d'administration de l'insuline

L'administration de l'insuline peut se faire de différentes méthodes. Premièrement, il est possible de recourir aux injections multiples, en administrant de l'insuline lente afin de couvrir les besoins de base et en ajoutant de l'insuline rapide pour couvrir les élévations glycémiques liées aux repas. Ensuite, il est également possible d'administrer de l'insuline rapide par injection continue afin de couvrir les besoins de base, et d'y ajouter des quantités d'insuline rapide pour couvrir les repas. Cette deuxième stratégie, offerte aux patients porteurs de pompes, mime davantage la sécrétion d'insuline physiologique que les injections multiples (6). Il existe différents mode d'administration de l'insuline rapide : par bolus « standard » (administration de l'insuline en une fois en < 5 mn), par bolus « prolongé ou carré » (administration de l'insuline sur plusieurs heures) ainsi que par bolus « mixte » (combinaison du bolus standard et du bolus prolongé) (6–8). Selon la composition des repas, certains bolus sont à privilégier (voir chapitre 1.2.7. *Considération des protéines et des lipides*).

1.2.4. Facteurs influençant la glycémie

Les hormones de régulation glycémique¹ maintiennent l'homéostasie glucidique. La glycémie est également influencée par différents facteurs. Premièrement, l'activité physique a un effet sur la glycémie en fonction de la durée et l'intensité de l'effort. Elle peut entraîner des hypoglycémies lorsque le glucose sanguin est utilisé pour le fonctionnement musculaire. Des hyperglycémies peuvent également survenir suite à la sécrétion d'hormones hyperglycémiantes, lorsque l'effort physique est intense et anaérobie. Ensuite, différents mécanismes peuvent être enclenchés par l'organisme et influencer la glycémie ; par exemple lors de situations stressantes, le système sympathique sécrète des hormones hyperglycémiantes. Finalement au niveau alimentaire, les fibres influencent la glycémie en retardant la vidange gastrique. L'index glycémique (IG) mesure l'augmentation de la glycémie induite par un aliment, par rapport à un aliment de référence. Un repas à faible IG diminue la réponse glycémique (9). Les lipides et les protéines influencent la glycémie par divers mécanismes, certains encore peu connus. L'impact de ces deux macronutriments sur les glycémies est détaillé ci-dessous.

1.2.5. Lipides

Les lipides ralentissent la vidange gastrique, retardant l'absorption du glucose au niveau intestinal (7). La réponse glycémique postprandiale est retardée de 2 à 3 heures ce qui peut entraîner des hyperglycémies tardives. De plus, les acides gras circulants favorisent une résistance à l'insuline (10). Cette résistance à l'insuline est associée à une augmentation de la néoglucogenèse (7).

1.2.6. Protéines

Certains acides aminés (AA) apportés par l'alimentation, les glucoformateurs, participent au processus de néoglucogenèse (7). En absence d'insuline, ces AA sont captés par le foie et métabolisés en glucose. Cela entraîne une élévation de la glycémie (11).

Lors d'apports protéiques, différentes hormones sont sécrétées. Premièrement, le taux de glucagon augmente (7). Chez les personnes saines, de l'insuline est sécrétée en parallèle afin de maintenir l'homéostasie glucidique. Chez les personnes diabétiques de type 1, la déficience en insuline ne permet pas de palier à l'élévation de la glycémie. Un apport en protéine augmente également la concentration plasmatique de cortisol, d'hormones de croissance et d'IGF-1 (12–14). Ces 3 facteurs sont hyperglycémiantes et favorisent une résistance à l'insuline.

1.2.7. Considération des protéines et des lipides

L'effet des protéines et des lipides est additif (15). Par exemple, un repas riche en protéines (40 g) et en lipides (35 g) contenant 30 g d'HC influence encore la glycémie 5 heures après

¹ insuline, glucagon, catécholamine, hormone de croissance, cortisol, amyline, GLP-1

(16). A l'inverse le même repas avec une teneur basse en protéines (5 g) et en lipides (4g) n'influence plus la glycémie > 3 heures après le repas (annexe 1).

Certains auteurs essaient de prendre en considération les lipides et les protéines dans la détermination de la dose d'insuline. Par exemple, Pankowaska et al. (6) tiennent compte de l'influence des protéines et des lipides, en ajoutant 1 unité d'insuline pour 100 kcal de protéines/lipides. D'autres auteurs (17) ont recours au « food insulin index », index permettant de classer les aliments selon leur réponse glycémique. Actuellement, il n'y a aucune formule validée pour tenir compte des protéines et des lipides dans la détermination de la dose d'insuline prandiale.

Certaines données suggèrent une adaptation du mode d'administration de l'insuline en fonction de la teneur en protéines et en lipides du repas. Pour les repas *riches* en lipides le bolus prolongé est indiqué (15). A l'inverse, pour les repas *riches* en protéines le bolus standard est adapté, tandis que lorsque les repas sont mixtes, le bolus mixte est à privilégier.

1.3. Recommandations des sociétés savantes

Actuellement, aucune société savante ne tient compte de l'influence des lipides et des protéines sur les glycémies post-prandiales dans la détermination de l'insuline prandiale chez les diabétiques de type 1. L'Américain Diabetes Association (ADA)(18) précise que l'influence des protéines chez les diabétiques de type 1 est encore peu claire. L'ADA indique que les HC sont le nutriment qui influencent le plus les glycémies et qu'ils doivent être les seuls déterminant de la dose d'insuline prandiale. Cependant, l'ADA (19) indique que pour les individus qui maîtrisent le calcul des HC, une éducation sur l'impact des protéines et des lipides sur les glycémies peut être incorporée dans la gestion du diabète (traduction libre). Pour les diabétiques de type 1, Evert et al. (20) indiquent uniquement que le calcul des HC améliore le contrôle glycémique chez les patients diabétiques de type 1. Ils n'indiquent rien au sujet de l'influence des protéines et des lipides sur les glycémies et n'adressent aucun conseil quant à la considération de ces macronutriments dans la détermination de l'insuline prandiale. Les recommandations canadiennes et françaises n'indiquent également rien sur l'influence des protéines et des lipides (21,22). Seuls les recommandations anglaises (23) indiquent que les professionnels de la nutrition doivent être « aware of appropriate nutritional advice on common topics of concern and interest to adults living with type 1 diabetes, and be prepared to seek advice from colleagues with more specialised knowledge. Suggested common topics include: [...] Proteins intake ». Cependant, les recommandations anglaises ne précisent pas comment la quantité de protéines influencent les glycémies, ni comment les intégrer dans la gestion du diabète.

1.4. Problématique

Dans la pratique, nous avons pu constater que plusieurs patients diabétiques de type 1 rencontrent des difficultés lors de consommation de certains repas. La fondue au fromage, la pizza et la restauration chinoise sont les repas qui ressortent le plus couramment. Grâce à l'expérience, certains patients ont trouvé des stratégies afin de gérer leur glycémie. Lors d'un mauvais contrôle glycémique, le diabète cause des atteintes graves de plusieurs organes et peut entraîner une mort prématurée. Actuellement, il manque d'évidences pour établir une stratégie universelle pour contrôler la glycémie lors de repas riches en protéines et/ou en lipides.

Les recommandations de sociétés savantes restent vagues sur l'influence des lipides et des protéines sur la glycémie ainsi que leur considération dans la gestion du diabète. En juin 2015, l'ADA publie une revue systématique au sujet de l'impact des lipides, des protéines et de l'index glycémique sur la glycémie en phase postprandiale (9). Dans ce document, les auteurs affirment que le besoin en insuline est augmenté lors d'apports en protéines et en lipides. Ils tentent d'indiquer à partir de quelles teneurs en protéines et en lipides les glycémies sont

influencées. Les résultats de cette revue sont exprimés en grammes ; les auteurs ne donnent aucune indication quant aux types de repas que cela représente, ils n'adressent pas de conseils pratiques précis. Les conclusions de cette étude restent modérément solides et nécessitent d'autres recherches afin de pouvoir fournir des recommandations claires.

Dans l'attente de recommandations solides basées sur des preuves, nous avons comme objectif de réaliser un répertoire de mets riches en protéines et/ou en lipides afin de guider concrètement les patients dans leur gestion du diabète quotidienne.

2. Buts et objectifs

Le but de notre travail est de créer un outil, répertoriant les repas en fonction de leur teneur en protéines et en lipides. Cet outil s'adresse aux professionnels de la Nutrition et diététique ainsi qu'aux patients diabétiques de type 1, et a pour but d'aider à déterminer l'insuline prandiale ainsi que son mode d'administration.

Objectifs généraux :

- Définir un seuil à partir duquel les protéines et les lipides influencent la glycémie.
- Evaluer la nécessité de notre outil auprès de professionnel à l'aide d'un questionnaire.
- Identifier des repas les plus consommés en Suisse hors du domicile
- Catégoriser les repas identifiés selon leur mode de préparation
- Calculer la composition nutritionnelle des repas identifiés
- Mettre en évidence les repas *problématiques* en fonction de leur teneur en protéines et en lipides, d'après le seuil fixé.
- Répertorier les repas sous forme de tableau (création de l'outil)

3. Méthodologie

Pour notre travail de Bachelor (TBSc), nous allons effectuer un *transfert de connaissances* : nous allons synthétiser des données scientifiques issues de la recherche et les transmettre aux patients. Le transfert de connaissance est un « processus dynamique et itératif qui englobe la synthèse, la dissémination, l'échange et l'application conforme à l'éthique des connaissances dans le but d'améliorer la santé » (24). Ce transfert de connaissance se déroule en 2 grandes étapes : la création de connaissances puis l'implantation des connaissances dans les différents milieux. Pour notre TBSc, nous restons dans la partie création de connaissances (annexe 2).

La création de connaissances se déroule en 3 étapes : extraction de données de la recherche, synthèse de ces données puis création d'un outil. Ces différentes étapes sont détaillées ci-dessous.

3.1. Extraction des données et synthèse de connaissance

Les premières étapes de la création de connaissances sont l'extraction et la synthèse de données. Dans un premier temps, nous souhaitons faire l'état des connaissances actuelles sur l'influence des protéines et des lipides dans la gestion du diabète de type 1. Pour cela, nous allons répertorier les recommandations de sociétés savantes portant sur cette problématique. Nous avons décidé de nous référer aux sociétés suivantes :

- American Diabetes Association (ADA)
- Canadian Diabetes Association (CDA)
- Association Française des diabétiques (AFD)

- International Diabetes Federation (IDF)
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE)
- Haute Autorité de Santé (HAS)
- Academy of Nutrition and Dietetics (AND)

En parallèle, nous souhaitons analyser les conclusions de la revue systématique traitant de l'influence des protéines et des lipides sur les glycémies et de la considération de ces deux macronutriments dans la détermination de la dose d'insuline prandiale. Nous souhaitons nous baser sur les conclusions de cette revue ainsi que sur ses références bibliographiques de l'article, pour déterminer un seuil de protéines et de lipides, à partir duquel les glycémies sont influencées. Ce seuil sera exprimé en grammes, il nous permettra d'identifier les repas *problématiques* (chapitre 3.2.5. *Identification des repas problématiques*).

3.2. Création d'outil

Les outils issus du transfert de connaissance peuvent être des guidelines pour la pratique clinique ou des outils d'aide à la décision des patients. Pour notre TBSc, nous avons décidé de créer un outil d'aide à la décision pour les patients. Le but d'un tel outil est de « faciliter la prise de décisions » selon des preuves de l'evidence-based (25).

3.2.1. Evaluation de la pertinence

Avant de débuter la création d'un outil, il est conseillé de déterminer le réel besoin de cet outil auprès de la population à qui il s'adresse (25). En pratique lors de nos stages, nous avons remarqué que certains types de repas posent problèmes : pizza, fondue au fromage ou repas chinois. Les patients comme les professionnels, ne savent pas comment adapter l'insuline. Afin de vérifier la pertinence de notre démarche, nous souhaiterions sonder certains professionnels à l'aide d'un questionnaire.

3.2.2. Identification des repas

Les repas pris hors du domicile ont augmentés ces dernières années (26). En effet, les dépenses pour les repas à l'extérieur représentent 40% du budget pour se nourrir (27). Selon GastroSuisse (26) les types de repas les plus consommés hors du domicile sont la restauration traditionnelle, la restauration rapide puis la restauration collective. C'est pour cette raison que nous allons concentrer l'identification des mets problématiques dans ces différents milieux. De manière subjective, nous allons mettre en évidence les repas-type qui sont susceptibles de poser problème.

3.2.3. Calcul de la composition des mets

Nous calculerons ensuite la composition nutritionnelle des plats répertoriés. Pour les repas issus de la restauration collective, nous utiliserons les recettes du Pauli® comme références. Ces recettes seront ensuite introduites dans Prodi®, logiciel pour le calcul des menus. Pour quantifier les portions servies en restauration collective, nous nous baserons sur les critères nutritionnels de fourchette verte.

Pour la restauration traditionnelle, nous décidons d'utiliser les recettes de référence du Pauli® afin de calculer la composition nutritionnelle. Pour déterminer les portions, nous évaluerons de manière subjective les quantités servies.

Finalement, pour la restauration rapide, nous décidons d'inclure 2 types de mets : les burgers et les kebabs. Pour les burgers issus de chaînes internationales, nous décidons de nous baser sur les informations nutritionnelles et les portions indiquées sur leur site internet. Pour les kebabs, nous nous baserons sur la composition nutritionnelle du kebab établie par Tania Lehmann, diététicienne diplômée, dans l'émission « A bon entendeur » (28).

3.2.5. Identification des repas problématiques

Une fois que la composition nutritionnelle des mets sera calculée, nous répertorions les repas *problématiques*. Par repas *problématique*, nous entendons les repas qui dépassent le seuil en protéines et/ou en lipides, que nous aurons fixé au préalable.

3.2.6. Création de l'outil

La création de l'outil se fera sous forme de tableau. Les mets seront classés dans un ordre croissant en fonction des teneurs en protéines et en lipides. Nous tenterons d'adresser des conseils pratiques, pour la détermination d'insuline prandiale.

4. Risques et bénéfices

Nous ne réaliserons aucune intervention sollicitant des humains. Notre TBSc n'engage aucun risque et bénéfices envers autrui.

5. Ressources et budget

5.1. Ressources matérielles

Nous utiliserons comme principal document la revue systématique. Pour rechercher les articles référencés dans cette étude, nous utiliserons différentes bases de données : Pubmed, Cinhal, Cochrane Library, Diabetes Care). Les sites des sociétés savantes seront également utilisés pour rechercher les guidelines : ADA, CDA, AFD, IDF, NICE, HAS et AND. Pour le calcul des menus, nous emploierons le logiciel Prodi@.

5.2. Ressources financières

De nombreux articles sont disponibles en libre accès depuis les sites des Caroubiers ou du Centre Médicale Universitaire (CMU). Pour les documents qui ont un accès payant, le centre de documentation offre l'accès à 20 articles par binôme.

5.3. Ressources humaines

Notre Directrice de TBSc, Madame Kehl, est notre principale ressource humaine. Pour les questions relatives à la méthodologie de notre travail, nous nous référons à Madame Soguel-Alexander et pour les problématiques relatives à la restauration collective nous solliciterons l'aide de Monsieur Reinert. La bibliothécaire, Madame Barras, nous accompagnera pour la recherche de documents sur les différentes bases de données.

6. Calendrier

Pour organiser notre travail, nous avons planifié la suite des tâches à effectuer dans le tableau ci-dessous (*Figure 1*). Durant la progression de notre TBSc, nous nous engageons à tenir à jour un journal de bord.

Durant l'entier de notre TBSc, nous fixerons également des rendez-vous réguliers, à raison d'une fois par mois, avec Madame Kehl.

Tâches à effectuer	Délai fixé
Séminaire - Avoir préparé un document de présentation pour le séminaire (ensemble) - Présentation en binôme le protocole du travail de Bachelor (ensemble)	08/01/2015 13/01/2015
Synthèse de connaissance approfondie à partir des recommandations	Fin mars
Définir un seuil à partir duquel les protéines et les lipides influencent la glycémie.	Fin mars
Etablir un questionnaire - Réalisation du questionnaire - Analyse des questionnaires	Fin février
Identification des repas	Mi-avril
Calculer la composition nutritionnelle des repas identifiés	Mi-mai
Création de l'outil - Classer les mets dans un tableau, selon leur teneur en protéines/lipides - Rédiger des conseils pour la détermination de la dose d'insuline	Fin mai
Rédaction - Rédaction du cadre de référence en parallèle, selon la répartition suivante : <ul style="list-style-type: none"> - Diabète : physiopathologie + épidémiologie + complication diabète (Olivia) - Métabolisme glucides (Anouk) - Métabolisme insuline (Anouk) - Métabolisme lipidique (Olivia) - Métabolisme protéique (Olivia) - Facteurs influençant glycémies (Olivia) - Problématique, état des connaissances actuelles et but du travail (Anouk) - Rédaction de la méthodologie	Fin juin
Correction et relecture	Fin juin
Mise en page	Fin juin
Lecture finale et dernières modifications	Mi-juillet
Impression	Mi-juillet
Remise du TBSc	Dernier délai 29/07
Soutenance orale	Septembre 2016

Figure 1 : Calendrier pour la planification des tâches

7. Perspectives

Nous avons comme perspective de réaliser un répertoire de mets, dont la teneur en protéines et/ou en lipides influence la glycémie. Avec cet outil les professionnels pourront estimer l'influence d'un repas sur la glycémie postprandiale. En utilisant l'outil, les patients pourront se repérer dans leurs consommations alimentaires et, avec l'expérience, anticiper la réponse glycémique.

8. Liste de références bibliographiques

1. Fédération Internationale du Diabète. Atlas du diabète de la FID [En ligne] 2013 [consulté le 10 décembre 2015]. Disponible : https://www.idf.org/sites/default/files/FR_6E_Atlas_full.pdf
2. Grimaldi, directeur A. Traité de diabétologie. 2e éd. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 2009.
3. Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Diabète de type 1 (DID) [En ligne]. [consulté le 15 décembre 2015]. Disponible : <http://www.inserm.fr/thematiques/physiopathologie-metabolisme-nutrition/dossiers-d-information/diabete-de-type-1-did>
4. Hecketsweiler B, Hecketsweiler P. Voyage en biochimie : circuits en biochimie humaine, nutritionnelle et métabolique. 3e éd. Elsevier SAS; 2004.
5. Mayo Clinic. Diabetes : Treatments and drugs [En ligne]. 2015 [mis à jour 2015, consulté le 12 décembre 2015]. Disponible : <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/diabetes/basics/treatment/con-20033091>
6. Pańkowska E, Szypowska A, Lipka M, Szpotarńska M, Błazik M, Groele L. Application of novel dual wave meal bolus and its impact on glycated hemoglobin A1c level in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. août 2009;10(5):298-303. doi : 10.1111/j.1399-5448.2008.00471.x
7. Paterson M, Bell KJ, O'Connell SM, Smart CE, Shafat A, King B. The Role of Dietary Protein and Fat in Glycaemic Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management. *Curr Diab Rep*. sept 2015;15(9):61. doi : 10.1007/s11892-015-0630-5
8. Kordonouri O, Hartmann R, Remus K, Bläsig S, Sadeghian E, Danne T. Benefit of supplementary fat plus protein counting as compared with conventional carbohydrate counting for insulin bolus calculation in children with pump therapy. *Pediatr Diabetes*. nov 2012;13(7):540-4. doi : 10.1111/j.1399-5448.2012.00880.x
9. Bell KJ, Smart CE, Steil GM, Brand-Miller JC, King B, Wolpert HA. Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care*. juin 2015;38(6):1008-15. doi : 10.2337/dc15-0100
10. Wolpert HA, Atakov-Castillo A, Smith SA, Steil GM. Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insulin requirements in patients with type 1 diabetes: implications for carbohydrate-based bolus dose calculation and intensive diabetes management. *Diabetes Care*. avr 2013;36(4):810-6. doi : 10.2337/dc12-0092
11. Felig P, Wahren J, Sherwin R, Palaiologos G. Amino Acid and Protein Metabolism in Diabetes Mellitus. *Arch Intern Med*. 1977;137(4):507-13. doi : 10.1001/archinte.1977.03630160069014
12. Slag MF, Ahmad M, Gannon MC, Nuttall FQ. Meal stimulation of cortisol secretion: a protein induced effect. *Metabolism*. nov 1981;30(11):1104-8. doi : 10.1016/0026-0495(81)90055-X

13. Rizza RA, Mandarino LJ, Gerich JE. Cortisol-induced insulin resistance in man: impaired suppression of glucose production and stimulation of glucose utilization due to a postreceptor defect of insulin action. *J Clin Endocrinol Metab.* janv 1982;54(1):131-8. doi : 10.1210/jcem-54-1-131
14. Rizza RA, Mandarino LJ, Gerich JE. Effects of growth hormone on insulin action in man. Mechanisms of insulin resistance, impaired suppression of glucose production, and impaired stimulation of glucose utilization. *Diabetes.* août 1982;31(8 Pt 1):663-9. doi : 10.2337/diab.31.8.663
15. Maahs DM, Higgins J. Is carbohydrate counting enough? Towards perfection or unwanted complexity? *Diabetes Technol Ther.* janv 2012;14(1):3-5. doi :10.1089/dia.2011.0234
16. Smart CEM, Evans M, O'Connell SM, McElduff P, Lopez PE, Jones TW, et al. Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes, and the effect is additive. *Diabetes Care.* déc 2013;36(12):3897-902. doi : 10.2337/dc13-1195
17. Bell KJ, Gray R, Munns D, Petocz P, Howard G, Colagiuri S, et al. Estimating insulin demand for protein-containing foods using the food insulin index. *Eur J Clin Nutr.* sept 2014;68(9):1055-9. doi : 10.1038/ejcn.2014.126
18. American Diabetes Association (ADA). Foundations of Care : Education, Nutrition, Physical Activity, Smoking Cessation, Psychosocial Care, and Immunization. *Diabetes Care.* 2015;38 (Suppl. 1):20-30. doi : 10.2337/dc15-S007
19. American Diabetes Association. 7. Approaches to Glycemic Treatment. *Diabetes Care.* 1 janv 2015;38(Supplement 1):S41-8. doi : 10.2337/dc15-S010
20. Evert AB, Boucher JL, Cypress M, Dunbar SA, Franz MJ, Mayer-Davis EJ, et al. Nutrition Therapy Recommendations for the Management of Adults With Diabetes. *Diabetes Care.* 11 janv 2013;36(11):3821-42. doi : 10.2337/dc13-2042
21. Dworatzek PD, Arcudi K, Gougeon R, Husein N, Sievenpiper JL, Williams S. Thérapie nutritionnelle. *Can J Diabetes* 37. 2013;409-21. doi : 10.1016/j.jcjd.2013.07.048
22. Haute Autorité de Santé (HAS). Diabète de type 1 de l'adulte [En ligne]. 2007 [consulté le 8 déc 2015]. Disponible : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/ald8_guidemedecin_diabetetype1_revunp_vu_cd.pdf
23. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Type 1 diabetes in adults: diagnosis and management [En ligne]. 2015 [consulté le 15 décembre 2015]. Disponible : <http://www.nice.org.uk/guidance/ng17>
24. Instituts de recherche en santé du Canada. Des connaissances à la pratique : ce que c'est et ce que ce n'est pas [En ligne]. 2010 [consulté le 10 décembre 2015]. Disponible : <http://www.cihr-irsc.gc.ca/fi/41928.html>
25. Straus S, Tetroe J, Graham ID. Knowledge Translation in Health Care: Moving from Evidence to Practice. 2e éd. BMJ Books ; 2013.

26. GastroSuisse. Reflet économique de la branche 2012 [En ligne]. 2012 [consulté le 12 décembre 2015]. Disponible : http://www.gastrosuisse.ch/dbFile/237396/GS_Branchenspiegel_2012_f.pdf
27. Office fédéral de la statistique (OFS). Actualités OFS : Agriculture et sylviculture [En ligne]. 2010 [consulté le 12 décembre 2015]. Disponible : http://www.swissfoodnet.ch/fs/documents/Statistik/VomFeld_aufTeller_f_10.pdf
28. Quelle viande dans votre kebab ? [Vidéo en ligne]. A bon entendeur; 2011 [consulté le 20 décembre 2015]. Disponible : <http://www.rts.ch/emissions/abe/alimentation/3277806-quelle-viande-dans-votre-kebab.html>
29. Maahs DM, Higgins J. Is carbohydrate counting enough? Towards perfection or unwanted complexity? *Diabetes Technol Ther.* janv 2012;14(1):3-5.

9. Annexes

Annexe 1 : Variation glycémique de différents repas

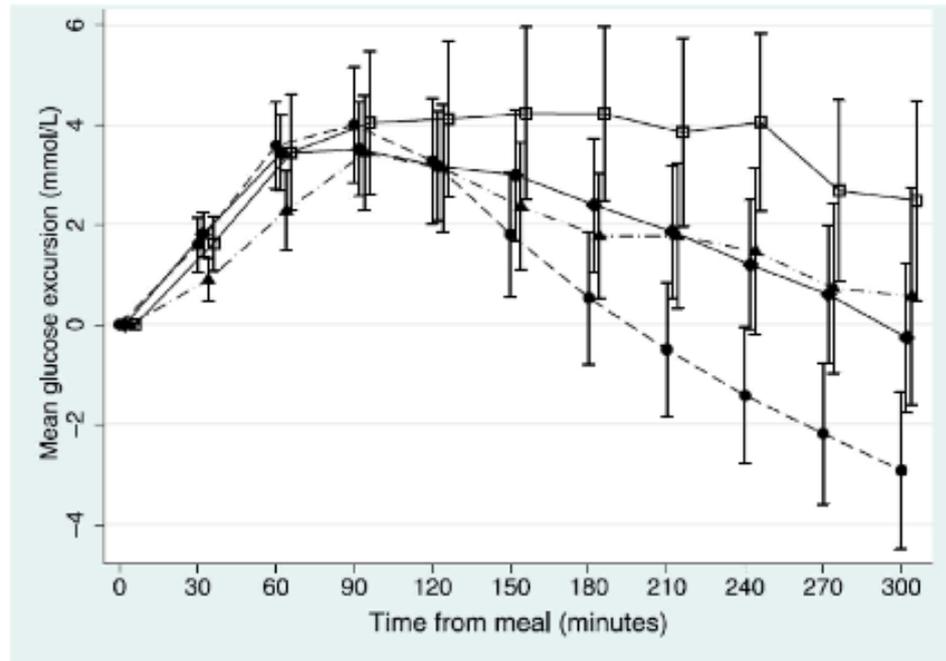
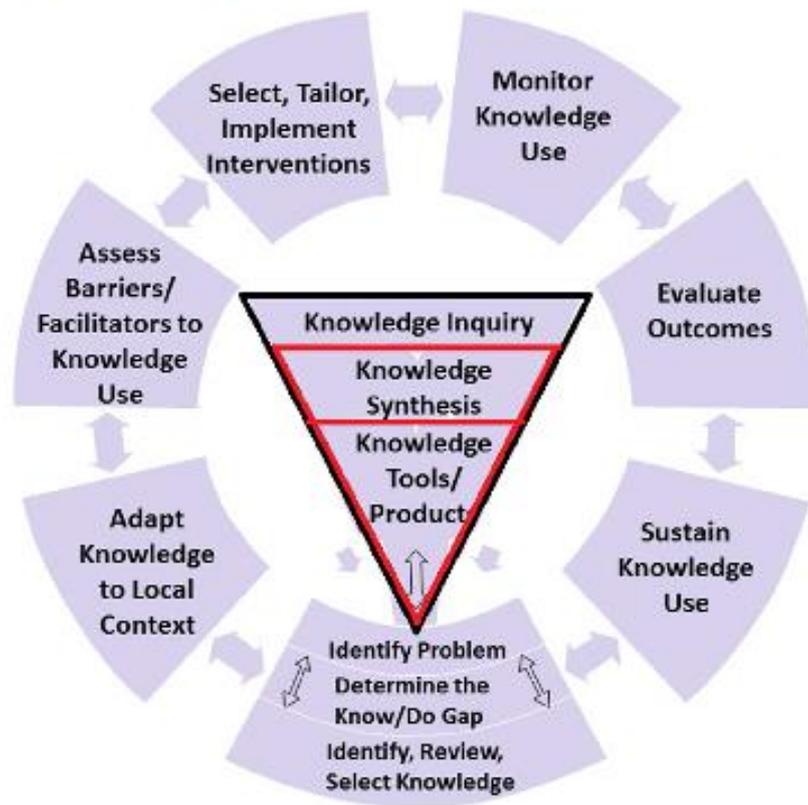


Figure 1—Mean postprandial glucose excursions from 0 to 300 min for 33 subjects after test meals of LF/LP (●), LF/HP (◆), HF/LP (▲), and HF/HP (□) content. Carbohydrate amount was the same in all meals. There were significant differences in glucose excursions between meal types from 150 to 300 min ($P < 0.03$). Error bars represent 95% CIs.

Source : Paterson M, Bell KJ, O'Connell SM, Smart GE, Shafat A, King B. *The Role of Dietary Protein and Fat in Glycaemic Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management.* *Curr Diab Rep.* sept 2015;15(9):61. doi : 10.2337/dc13-1195

Annexe 2 : Création de connaissances



Annexe 4 : trame pour les entretiens semi-dirigés

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filier Nutritionnelle

Aebi Anouk, Ansemet Olivia

Mars 2016

Entretien avec les professionnels dans le cadre du travail de Bachelor

Date : Diététicien(ne) rencontré(e) :

Moyen de communication : Lieu de l'exercice professionnel :

Durée de l'entretien : Type d'exercice professionnel :

Etudiante(s) présente(s) :

Déroulement de l'entretien

Selon nos recherches les lipides et les protéines, à partir d'une certaine quantité dans un même repas, engendreraient des variations glycémiques chez les personnes diabétiques de type 1.

Avez-vous déjà rencontré des patients diabétiques de type 1 ayant eu des difficultés dans la gestion de la glycémie suite à un repas riche en protéines et/ou en lipides ? Si oui, à quelle fréquence en rencontrez-vous ?

.....
.....
.....

Quels repas évoqués par les patients posent problème pour la gestion de la glycémie, malgré un calcul correct des hydrates de carbone et une insuline correctement dosée (Pizza, fondue au fromage, menu hamburger et frites) ?

.....
.....

Face à un patient, comment répondez-vous/réagissez-vous face à cette problématique ? Quelles recommandations formulez-vous en lien avec ces repas « riches en protéines et/ou lipides » ? Avez-vous trouvé des références ?

.....
.....
.....

Qu'est ce qu'il vous manque actuellement pour prendre en charge de manière optimale des patients diabétiques de type 1 rencontrant des difficultés dans la gestion glycémique suite à l'ingestion de repas riches en protéines et/ou en lipides ? De quel outil auriez-vous besoin aujourd'hui afin de formuler des recommandations pour vos patients ?

.....
.....
.....

CONSENTEMENT ECLAIRÉ

« Comment tenir compte des lipides et des protéines dans la gestion du diabète de type 1 ? »

Travail de Bachelor réalisé par Olivia Ansermet et Anouk Aebi, filière Nutrition et diététique, sous la Direction de Madame Corinne Kehl.

De récentes données indiquent que la teneur en protéines et en lipides d'un repas influence les glycémies postprandiales chez les patients diabétiques de type 1 (DT1). Le but de notre travail est de créer un outil répertoriant les repas, en fonction de leur teneur en protéines et en lipides, susceptibles d'influencer les glycémies chez les patients DT1. Nous souhaitons solliciter l'avis de professionnels du terrain, pour approfondir cette thématique.

Les questions de l'entretien porteront sur la problématique citée de l'influence des protéines et des lipides dans la gestion des glycémies chez les patients DT1. L'entretien a pour but de délimiter les connaissances et les pratiques actuelles (conseils) des professionnels, en lien avec cette problématique. A travers cette entrevue, nous souhaitons aussi identifier les besoins des professionnels face à cette thématique. Finalement, nous voulons sonder vos avis et vos idées pour la conception de notre outil.

Pour vous remercier de votre participation, nous vous ferons parvenir une invitation à notre soutenance de travail de Bachelor qui aura lieu dans le courant du mois de septembre 2016.

Par votre signature, vous attestez avoir compris l'objet du travail de Bachelor et la nature de l'entretien. Vous acceptez également d'être enregistré(e). L'enregistrement sera anonymisé, conservé en lieu sûr et détruit à l'expiration de la période de conservation fixée à 4 mois.

Nom, prénom : _____ Date : _____ Signature _____

Annexe 6 : grille d'identification des repas susceptibles d'être riches en protéines et/ou en lipides

h e d s

Haute école de santé
Genève
Ecole Nationale d'art de la cuisine

Mai 2016

Grille d'identification des mets susceptibles d'être riches en protéines et en lipides

Etablie à partir de la « liste des mets gras », proposée par fourchette verte : http://www.fourchetteverte.ch/IMG/file/Restaurateurs/EVCH_13_metsgras.pdf

Entrées Minimum 10 g de protéines ou lipides	Lipides	<ul style="list-style-type: none"> Plat contenant une sauce (≥30 ml) telle que sauce à la crème, mayonnaise, sauce tartare, hollandaise, béarnaise, beurre café de paris, sauce à salade, lait de coco, huile/beurre fondu Plat avec un mode de préparation gras tel que pané, frit, gratiné au fromage et/ou à la crème, conservé dans l'huile Plat à base de charcuterie Plat à base de pâte feuilletée, brisée, sablée
	Protéines	<ul style="list-style-type: none"> Plat à base de viande, poisson, œuf, fromage (≥ ½ de la portion)
Plats Minimum 20 g de protéines ou lipides	Lipides	<ul style="list-style-type: none"> Plat contenant une sauce (≥30 ml) telle que sauce à la crème, mayonnaise, sauce tartare, hollandaise, béarnaise, beurre café de paris, sauce à salade, lait de coco, huile/beurre fondu Plat avec un mode de préparation gras tel que pané, frit, gratiné au fromage et/ou à la crème, conservé dans l'huile Plat à base de charcuterie Plat à base de fromage Plat à base de pâte feuilletée, brisée, sablée
	Protéines ¹	<ul style="list-style-type: none"> Plat contenant ≥ 80 g de viande maigre, mi-grasse ou charcuterie maigre Plat contenant ≥ 80 g d'abats (sauf cervelle et tripes ≥ 180 g) Plat contenant ≥ 140 g de charcuterie grasse Plat contenant ≥ 160 g d'œuf Plat contenant ≥ 90 g de fromage à pâte molle Plat contenant ≥ 70 g de fromage à pâte dure

¹ Grammages calculés avec une moyenne de protéines aux 100 g d'aliment : 25 g pour les poissons/la viande/charcuterie maigre (réf : viande cuite), 26 g pour les abats (réf : rognons), 15 g pour les charcuteries grasses (réf : saucisse), 13 g pour l'œuf (réf : œuf dur), 30 g pour le fromage à pâte dure (réf : fromage à pâte pressée cuite) et 22 g pour le fromage à pâte molle (réf : fromage à pâte molle et croûte lavée). Table Ciqual, composition nutritionnelle des aliments, 2013.

Desserts Minimum 10 g de protéines ou lipides	Lipides	<ul style="list-style-type: none"> Mets contenant de la crème, chocolat, fromage frais gras, jaune d'œuf (≥ 50 g dans la recette) Mets contenant de l'huile ou du beurre (≥ 20 g dans la recette) Mets à base de pâte feuilletée, brisée, sablée Mets avec un mode de préparation gras tel que frit, pané Crème glacée
	Protéines	-

Directives

- Tous les mets s'apparentant à une assiette équilibrée ne sont pas identifiés (100-120 g de viande, 120 g de légumes et 200 g de farineux), sauf s'ils contiennent un mode de préparation, cuisson, une sauce, un type ou une quantité d'aliments cités ci-dessus.
- Tous les mets doivent être inscrits avec la dénomination utilisée dans la carte des mets.
- Pour la restauration collective, tous les mets devront être retranscrits, même lors de répétition.

Annexe 7 : grille d'analyse de la qualité de la revue systématique annotée

Liste à cocher des critères de qualité: Revue de littérature (Review)– Academy of Nutrition and Dietetics (traduction française)

Symboles utilisés	Explication
+	Positif – Indique que l'article a abordé clairement les questions d'inclusion/exclusion, les biais, la généralisabilité, la récolte et l'analyse des données
–	Négatif - Indique que ces questions n'ont pas été abordées de manière adéquate
∅	Neutre - Indique que l'article n'est ni exceptionnellement convaincant ni exceptionnellement faible

Questions de pertinence	
1. Est-ce que la réponse, en admettant qu'elle soit vraie, aura une portée directe pour la santé des patients ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
2. Est-ce que la variable dépendante (outcome) ou le thème importe aux patients/clients/ groupe de population ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
3. Est-ce que le problème abordé dans la revue est pertinent dans le domaine de la pratique diététique ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
4. Est-ce que l'information, en admettant qu'elle soit vraie, requerra un changement de pratique ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
<i>Si les réponses à toutes les questions de pertinence ci-dessus sont « Oui », l'article est admissible pour être caractérisé d'un symbole plus (+) sur la grille d'analyse, en fonction des réponses aux questions de validité suivantes.</i>	
Questions de validité	
1. La question pour la revue de littérature était-elle clairement ciblée et appropriée? Oui, il y a 4 questions de recherche bien distinctes	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
2. La stratégie de recherche utilisée pour trouver les études pertinentes était-elle complète ? Est-ce que les bases de données examinées et les termes de recherche utilisés étaient décrits ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
3. Les méthodes utilisées pour sélectionner les études à inclure dans la revue étaient-elles explicites? Est-ce que les critères d'inclusion/exclusion étaient précisés et appropriés ? Les méthodes de sélection étaient-elles exemptes de biais ? Diagrammes supplémentaires de sélection et d'analyse des articles, disponibles en ligne	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
4. Y avait-il une évaluation de la qualité et de la validité des études incluses dans la revue ? Est-ce que les méthodes d'évaluation étaient spécifiées, appropriées et reproductibles ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
5. Est-ce que les traitements/interventions/expositions spécifiques étaient décrits ? Les traitements étaient-ils suffisamment similaires pour être combinés ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A
6. Est-ce que les variables de résultat considérées étaient clairement explicitées ? Est-ce que d'autres préjudices et avantages potentiels étaient considérés ?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A

→ Les interventions sont décrites dans le supplément sous forme de tableaux mais les interventions sont trop hétérogènes pour être regroupées.

<p>7. Les processus d'extraction de données, de synthèse et d'analyse étaient-ils décrits? Étaient-ils appliqués systématiquement pour toutes les études et tous les groupes? Y avait-il une utilisation appropriée de synthèse qualitative et/ou quantitative? La variation des résultats entre les études était-elle analysée? Est-ce que les problèmes d'hétérogénéité ont été considérés? Si les données des études étaient agrégées pour une méta-analyse, la procédure était-elle décrite?</p>	<p><input type="radio"/> oui <input checked="" type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A</p>
<p>8. Est-ce que les résultats sont clairement présentés en termes narratifs et/ou quantitatifs? Si des statistiques de résumé sont utilisées, est-ce que les niveaux de significativité ou les intervalles de confiance sont inclus?</p>	<p><input checked="" type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A</p>
<p>9. Est-ce que les conclusions sont étayées par les résultats et prennent en compte les biais et les limites? Est-ce que les faiblesses de la revue sont identifiées et discutées?</p>	<p><input type="radio"/> oui <input checked="" type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A</p>
<p>10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude était peu probable?</p>	<p><input checked="" type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> peu de précisions <input type="radio"/> N/A</p>
<p>MINUS/NEGATIF (-) <i>Si la plupart (6 ou plus) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », la revue devrait être caractérisée par un symbole moins (-) sur la grille d'analyse.</i></p>	
<p>NEUTRE (∅) <i>Si la réponse à l'une des quatre premières questions de validité (1-4) est « non », mais que d'autres critères indiquent des points forts, la revue devrait être désignée par un symbole neutre (∅) sur la grille d'analyse.</i></p>	
<p>PLUS/POSITIF (+) <i>Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « oui » (y compris les critères 1, 2, 3 et 4), le papier devrait être caractérisé d'un symbole plus (+) sur la grille d'analyse.</i></p>	

(9/14 items = oui ; 5/14 = non) --> qualité neutre

Source: Academy of Nutrition and Dietetics. Evidence Analysis Library [En ligne]. 2014 [consulté le 29 août 2014]. Disponible : <http://andevidencelibrary.com/topic.cfm?cat=1317&auth=1>

Annexe 8 : tableau de sélection des repas en restauration traditionnelle

h e d s

Haute école de santé
Genève

Synthèse des mets identifiés comme riche en lipide/protéine en restauration traditionnelle

Mai 2016

Type de restaurant	Ville	Prix moyen	Nom de restaurant	Entrées sélectionnées	Plats sélectionnés	Desserts sélectionnés
Restaurant Italien	Genève	24 à 53.-	L'Escapade	<ul style="list-style-type: none"> - Burrata fraîche des pouilles et bruschetta - Poulpe grillé et tartare de tomates à la provençale façon Sesflo - Tartare de daurade au citron vert, sésame et algues wakame - Roulé de saumon aux épices, burrata aux herbes fraîches, crème à la sambucca - Terrine de foie gras maison et chutney de saison - Carpaccio de bœuf, rucola, parmesan et basilic - Mille-feuilles de mozzarella Di buffala, aubergine et chair de crabe vinaigrette corsée 	<ul style="list-style-type: none"> - Risotto crémeux à la Burrata fumée et porchetta grillée - Risotto crémeux à la Burrata, St-Jacques au lard et asperges rôties - Risotto à la saucisse italienne au fenouil, rucola et parmesan - Paccheri à la provola fumée et saucisse italienne au fenouil - Papardelle à la bolognaise et burrata fraîche des pouilles - Pavé de cabillaud rôti, sauce vierge à l'italienne - Noix de Saint-Jacques et gambas façon thaï - Escalope de veau panée « L'oreille d'éléphant » - Cote de porc du pays 300gr sauce à l'italienne et romarin - Tartare de bœuf et son assaisonnement traditionnel - Tomme vaudoise au four - Chèvre mariné à l'huile d'olive et herbes de provence - Roquefort, papillons et saladine aux noix 	

	Lausanne	18 à 40.-	Il Ghiotto	<ul style="list-style-type: none"> - Bruschettine Mareterra - Ventaglio di salsiccia e lenticchie - Polpette della Mamma 	<ul style="list-style-type: none"> - Fagottini al Parma et truffe noire d'été - Gnocci Liguria - Penne Ubriache - Paccheri Gorbachov - Tagliatelle casanova - Linguine alla carbonara 	-
Restaurant suisse	Genève	17 à 34.-	Les Brasseurs	-	<ul style="list-style-type: none"> - Flammenküche (diverses sortes) - Fondue au fromage moitié-moitié - Röstli à la valaisanne (fromage raclette, jambon cru, cornichon) - Röstli traditionnel (saucisse veau) - Röstiflette (lardon, crème, oignon, reblochon) - Röstli vaudois (saucisson vaudois, gruyère râpé, tomme vaudoise panée) - Salade chèvre et miel - Salade des brasseurs (lardons, oignons, tomate, salade, croûtons œufs) - Salade nordique (salade tomate endive, saumon fumé, crevettes panées, crème ciboulette) - Salade Caesar au poulet croustillant (salade, tomate, poulet pané, parmesan, sauce Caesar) - Hamburger (180g) (diverses sortes) - Lasagne végétarienne épinard et ricotta - Moules frites - Entrecôte parisienne 200 g - Notre choucroute Brasseurs (Choucroute, saucisse de Vienne, 	<ul style="list-style-type: none"> - Flamette pommes cannelle - Crème brûlée - Tiramisu - Moelleux au chocolat avec glace - Crumble pomme rhubarbe avec glace amaretto - Coupe de glace

					lard fumé, lard salé, saucisson vaudois, cou de porc, pommes nature)	
	Lausanne	10 à 38.-	Le chalet des enfants	<ul style="list-style-type: none"> - Salade de lentilles de Goumoëns, saucisson vaudois - Salade au fromage mi-chèvre de Forel, miel et graines de courge - Gratin de légumes frais à l'épeautre et noisettes 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondue au fromage (diverses sortes) - Terrine artisanale - Croûte au fromage, œuf, jambon - Charcuteries et viandes froides (saucisson cuit, lard, jambon, terrine de campagne) - Viande séchée - Assiette de fromage - Dent-de-lion du Mont, lardons, croûtons et œuf - Saucisse à rôtir de Cheseaux - Atriaux de Cheseaux - Saucisson vaudois IGP - Assiette vaudoise de dégustation (Saucisse à rôtir, saucisson et atriaux) - Bavette de bœuf beurre maison 	<ul style="list-style-type: none"> - Meringues de la Gruyère et crème double de la ferme d'à côté - Raisins à la lie et glace vanille - Tarte aux fruits - Tarte à la raisiné - Fondant au chocolat de Gaby - Crème brûlée à la verveine - Coupe Danemark - Général Guisan (glace vanille et vieux marc) - Glaces artisanales - Crumble aux fruits
Restaurant français	Genève	25 à 50.-	L'entrecôte couronnée	<ul style="list-style-type: none"> - Carpaccio de bœuf fumé aux aromates, huile de noix et copeaux de sbrinz - Paupiette de saumon aux écrevisses, accompagné de sa salade à la crème de balsamique safranée - Mousseline de racine rouge et crevettes frites à la noix de coco et coriandre - Marinée de canette au miel et poivre et sa vinaigrette aux champignons des bois 	<ul style="list-style-type: none"> - Côte de bœuf 500 g - Filet de bœuf 250 g - Mitonnée de blanc de poularde de Perty accompagné de morilles à la crème 	-

				- Tartare de Féra fumée, fromage frais à l'huile de pépin de raisin et parfumé au citron vert		-
	Lausanne	25 à 60.-	Le QG	- Ris de veau braisé - Croque au chèvre et pequillos - Tartare de Loup à l'huile vanillée, gingembre et baies roses	- Calamars snackés - Entrecôtes - frites	- Cheesecake à la vanille et cookies - Comme un macaron (Crèmeux au chocolat noir et chocolat Dulce) - Boule de glace mangue, croquant coco - Tarte à l'orange et aux amandes
Restaurant asiatique	Genève	18 à 35.-	Yamori Izakaya	- Rouleaux de printemps au poulet	- Tartare de Loup à l'huile de Pistache - Bœuf croustillant « à la Moe » - Burger Mokiko, frites maison (Filet de bœuf haché, pain de maïs sésame noir)	- Tartelette au Citron Yuzu - Moelleux au Chocolat - Crème brûlée au Thé vert et Romarin
	Lausanne	24 à 71.-	Au canard Pékinois	- Salade chinoise (diverses sortes avec élément protéique) - Aumônières aux noix de Saint-Jacques - Raviolis à la vapeur ou poêlés (diverses sortes avec élément protéique) - Rouleaux de printemps aux légumes - Rouleaux SAM SI au porc et aux légumes - Côtes de porc laquées - Cornets croustillants aux crevettes - Délices en triangle farcis au bœuf et aux oignons - Crevettes au sésame sur toasts - Raviolis frits aux crevettes	- Seiches frites marinées au sel et piment - Sole entière à la vapeur 350-400 g - Filet de mérrou frit mariné au sel et piment - Beignets de crevettes - Crevettes géantes grillées sauce aigre piquante (lait de coco) - Brochettes de poulet au satay - Bœuf sauté à la sauce satay - Bœuf au curry curry de Hong Kong - Bœuf croustillant - Lard frais braisé - Tofu frit sauté à l'ail et au sel de piment	- Beignets de pomme ou banane ou ananas avec glace vanille - Glaces diverses - Litchis avec glace vanille - Dés de gingembre confits avec sorbet citron et chantilly - Glace vanille enrobée d'une pate frite servie avec fruits frais - Dés de gingembre servis avec sorbet citron et crème chantilly - Glace noix de coco dans bain de riz naturel noir sucré - Litchis avec glace à la vanille

				<ul style="list-style-type: none"> - Pincés de crabes entourées d'une pâte à base de crevettes - Rouleaux froids au poulet, l'ananas frais et divers légumes 		
Restaurant spécialisé dans la viande	Genève	13 à 38.-	Le Bouchon	<ul style="list-style-type: none"> - Différentes sortes de salade de crudité/cuidités - Salade campagnarde - Salade de chèvre chaud - Duo de terrine - Saumon fumé de norvège - Os à moelle grillé - Carpaccio de bœuf 	<p>A discrétion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Charbonnade de bœuf ou poulet ou mixed grill - Fondue Bourguignonne de Bœuf - Fondue chinoise pur bœuf - La placha - Cordon bleu tradition ou valaisan ou gorgonzola - Différents burgers (200 g viande) - Assiette de viande séchée - Assiette valaisanne - Côte de bœuf (600 g pp.) - Entrecôte grillée (250 g) - Filet de Bœuf (200 g) - Entrecôte parisienne (350-400 g) - Pavé de cheval - Steak minute - Onglet grillé - Tartare de bœuf (200 g) - Carpaccio de bœuf (200 g) - Filet de perche menuière - Fondue moitié-moitié 	<ul style="list-style-type: none"> Bouchon coulant au chocolat - Baba au rhum - Crème brûlée au parfum du moment - Tiramisu - Tarte aux pommes façon crumble - Café glacé - Différentes coupe de glace avec crème glacée - Meringue, fruits rouges et crème double

Annexe 9 : tableau de sélection des repas en restauration collective

h e s

Haute école de santé
Genève

Synthèse des mets identifiés comme riches en lipides et/ou en protéines en restauration collective

Mai 2016

Semaine no	Repas sélectionnés	Desserts sélectionnés
1	<p>Emincé de volaille à la crème de moutarde - riz pilaf - julienne de légumes Gratin de poireau au gruyère Filet de daurade royale meunière - polenta - cœur d'artichauts sautés Pâte à la Carbonara Croûte au fromage Quiche au thon, tomates et basilic Œufs momay-julienne de légumes Saucisse de veau aux oignons - pommes Macaire - carottes glacées Endive au jambon gratinée Choucroute garnie Terrine de poisson et salade (entrée)</p>	<p>Cornet à la crème Mousse au chocolat Tarte alsacienne aux pommes Crème au café maison Forêt noire</p>
2	<p>Filet de poulet à la crème - purée de pommes de terre - artichauts sautés Tarte aux épinards et chèvre Petit salé - lentilles vertes - carottes vapeur Croissant au jambon Filet de daurade sauce Chardonnay - pâtes au beurre - légumes julienne Poireaux au jambon Gratin de pommes de terre et tranche de dinde Pâté en croûte et salade (entrée)</p>	<p>Tartelette à l'orange Meringue crème double Crème brûlée à la pistache Mousse au chocolat praliné Glace vanille sauce chocolat Bavaois banane caramel Strudel aux pommes Éclair à la vanille</p>
3	<p>Quiche au fromage Filet de truite aux amandes - pommes vapeur - topinambours sautés Saucisson fumé - papet vaudois Feuilleté de jambon et béchamel Couscous de poulet et merguez - légumes et semoule Pâtes aux 2 saumons et à la crème Vol au vent Gratin de courge et jambon Salade de magret fumée (entrée) Pintade rôtie - gratin Dauphinois - Chou Braisé</p>	<p>Glace du jour Savarin chantilly Petit pot de crème à la verveine Bavaois chocolat</p>
4	<p>Saucisse de veau grillée sauce au porto - pommes sautées - épinard à la crème Joues de porc au vin rouge - pâtes - salsifis à la crème Lasagne maison - salade verte Croissant au jambon</p>	<p>Tarte Tatin Panna cotta Dessert glacé Truffé chocolat</p>

	<p>Gratin de chou fleur et jambon de dinde Poisson pané sauce aïoli - pommes vapeur - épinards Cordon bleu - polenta - ratatouille Tourte aux champignons Salade aux copeaux de foie gras (entrée) Roti de porc vigneron - pommes Mont d'Or - Jardinière de légumes</p>	<p>Eclair au moka</p>
5	<p>Quiche Lorraine Filet de féra sauce persillé - pommes sautées - épinard à la crème Boudin noir - compote de pomme - purée Crêpes jambon-fromage Couscous de poulet et merguez - légume et semoule Ramequin au fromage Quenelles de brochet sauce Nantua Œufs mimosa (entrée) Epaule d'agneau braisée - gratin dauphinois - poêlée de champignons</p>	<p>Glace du jour Savarin chantilly Tarte fine aux pêches Crème Catalane Mousse chocolat blanc Bavarois fruits exotiques Mousse de marron et chocolat au thé Crumble poire rhubarbe</p>
7	<p>Pâtes au bleu Petit pâté à la viande Gratin de rave Tarte à l'oignon Vienne en cage - pommes au bouillon Œufs florentine Cocktail de crevette (entrée)</p>	<p>Glace chocolat Tartelette au citron Tarte Bourdaloue Crème brûlée au chocolat Mille feuilles maison</p>
8	<p>Gratin de chou fleurs et tranches de jambon Lasagne maison - salade verte Emincé de dinde au curry doux Rôsti farci à la crème de champignon Pizza Margarita Quiche lorraine Vol-au-vent Salade de chèvre chaud (entrée)</p>	<p>Moelleux chocolat sauce anglaise Glace du jour Meringue et sa crème double Bavarois au pain d'épice Crème moka Mousse au chocolat Choux à la crème maison</p>
9	<p>Blanquette de poulet Flamiche aux poireaux Poisson pané - mayonnaise au curry - pommes sautées - épinards à la crème Croque Monsieur Saucisson vaudois - lentilles vertes - carottes glacées</p>	<p>Tarte fine aux abricots Petit pot de crème au thé Mousse au chocolat Tiramisu Strudel aux pommes</p>

	Endives au jambon gratiné Couloubiac de saumon - riz au beurre Omelette pommes de terre lardons Calamar à la romaine Pâtée croute et salade (entrée) Roti de veau farci - gratin dauphinois - chou romanesco	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Autre :

Entrée de salade de crudités ou cuites avec sauce à salade

Entrée de crème de... à compter comme met avec crème

Annexe 10 : tableau Excel pour le calcul des valeurs nutritionnelles des mets identifiés

Le tableau Excel est séparé en plusieurs parties dans les pages suivantes.

Clés de lecture pour les tableaux

- Dans la colonne A figure le nom que nous avons défini pour désigner le repas.
- Dans la colonne B figure la portion, habituellement consommée, que nous avons choisie d'utiliser pour calculer les valeurs nutritionnelles.
- Dans la colonne C figure la référence utilisée pour définir la portion habituellement consommée. Nous avons spécifié en *italique* la dénomination sous laquelle figure le repas dans la référence utilisée.
- Dans la colonne D figurent les valeurs nutritionnelles, exprimées en grammes, pour une portion habituellement consommée.
En **vert**, apparaissent les teneurs en protéines ou en lipides inférieures au seuil fixé.
En **rouge**, apparaissent les teneurs en protéines ou en lipides supérieures au seuil fixé.
- Dans la colonne E figurent les valeurs nutritionnelles de référence, exprimées en grammes, pour 100 g de préparation.
- Dans la colonne F figure la ou les références utilisé-e-s pour le calcul des valeurs nutritionnelles pour 100 g de préparation.
- Dans la colonne G figurent des éventuelles remarques.
Dans les tableaux, les remarques sont indiquées par une astérisque (*).

Abréviations

g : grammes

kcal : calories

GEM-RCN : Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et Nutrition

PAULI : livre de recettes

CIQUAL : Centre d'Information sur la Qualité des Aliments

BDSVN : base de données suisse des valeurs nutritives

	Aliment (A)	Portion (B)	Référence pour la portion (C) <i>Spécifier la dénomination utilisée</i>	Valeurs nutritionnelles pour la portion habituellement consommée (D)				Valeurs nutritionnelles pour 100 g (E)				Référence pour la composition (F) <i>Spécifier la dénomination utilisée</i>	Remarques (G)
		en g		Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal		
1	Assiette de crudités	150	Moyenne subjective établie en binôme	1	27	3	266	0,71	18,20	1,95	177,53	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	
	Crudités	100	GEM-RCN <i>Salade composée à base de crudités</i>	1	1	3	30	1,06	1,05	2,92	30	CIQUAL Crudité, sans assaisonnement (aliment moyen)	
	Sauce à salade	50	Moyenne subjective établie en binôme*	0	26	0	237	0,00	52,50	0,00	473	CIQUAL Sauce vinaigrette	Portion obtenue : le GEM-RCN recommande une portion de sauce à salade équivalente à 8 g de lipides, ce qui correspond à 16 g de sauce lorsque l'on se base sur une sauce à salade avec 50% de lipides. Nous avons jugé cette portion insuffisante et avons établi un grammage moyen à partir de l'offre de sauces à salade sur le marché qui propose en moyenne des portions individuelles à 50 ml.
2	Cocktail de crevettes	200	PAULI <i>Cocktail de crevettes géantes</i>	11	26	9	350	5,50	13,20	4,60	175	BDSVN <i>Cocktail au crevettes</i>	
3	Terrine à la viande	50	GEM-RCN <i>Pâté, terrine, mousse</i>	9	12	1	145	17,30	23,00	1,80	290	BDSVN <i>Terrine de gibier</i>	50 g = 1 tranche
4	Carpaccio de bœuf	50	GEM-RCN <i>Jambon cru du pays</i>	8	12	1	139	15,20	23,00	2,38	278	CIQUAL Carpaccio de bœuf	
5	Rouleau de printemps (portion 1)	100	GEM-RCN * <i>Nems</i>	5	2	19	116	5,18	1,96	18,70	116	CIQUAL Rouleau de printemps	Les valeurs nutritionnelles de CIQUAL indiquent des données pour les rouleaux de printemps non frits.
	Rouleau de printemps (portion 2)	90	Moyenne établie selon l'offre alimentaire*	3	13	16	212	3,40	14,90	18,20	235	BDSVN <i>Findus rouleaux de printemps aux légumes congelés</i>	90 g = 2 rouleaux Les rouleaux de printemps précuits sont déjà frits, donc les valeurs de la BDSVN indiquent des valeurs pour des rouleaux de printemps frits.
6	Salade de tomates-mozzarella	160	Moyenne subjective établie en binôme*	11	20	4	481	6,72	12,47	2,37	300,93	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	Moyenne de la portion établie à partir de la sommes des ingrédients listés ci-dessous.
	Tomates	100	Moyenne subjective établie en binôme*	1	0	2	16	0,80	0,26	1,72	16	CIQUAL Tomate, crue	Portion obtenue selon les grammages proposés par le PAULI pour 1 personne de tomate dans la recette <i>salade de tomates au basilic</i>
	Mozzarella	50	Moyenne subjective établie en binôme*	10	10	0	130	19,90	19,40	0,40	259	CIQUAL Mozzarella	Portion obtenue selon les grammages proposés par le PAULI pour 1 personne de mozzarella dans la recette <i>salade de roquette aux tranches de mozzarella panées et sautées</i> .
	Huile	10	Moyenne subjective établie en binôme*	0	10	0	90	0,00	99,90	0,00	899	CIQUAL Huile d'olive vierge	Portion estimée en binôme
7	Tartare de poisson	112	Moyenne établie à partir de la recette du PAULI* <i>Tartare de saumon et de sandre</i>	16	19	2	246	14,47	17,04	1,67	219	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	La portion a été déterminée à partir de la recette de PAULI calculée pour 1 personne. Les valeurs nutritionnelles sont calculées pour chaque aliment à partir des données de la CIQUAL.
	Filet de saumon paré	50	Recette du PAULI	10	6	0	91	19,90	11,30	0,00	181	CIQUAL Saumon cru, élevage	
	Filet de sandre paré	30	Recette du PAULI	6	3	0	54	19,90	11,30	0,00	181	CIQUAL Saumon cru, élevage	Les valeurs nutritionnelles de la sandre ne sont pas disponibles sur CIQUAL, pour cette raison nous avons pris les valeurs du saumon. Cela nous permet de calculer une portion de tartare uniquement au saumon.
	Jus de limette	10	Recette du PAULI	0	0	0	2	0,25	0,23	1,49	24	CIQUAL Citron vert, pur jus	
	Huile d'olive	10	Recette du PAULI	0	10	0	90	0,00	99,90	0,00	899	CIQUAL Huile d'olive vierge	
	Echalote pelées	10	Recette du PAULI	0	0	2	8	1,90	0,15	15,90	76	CIQUAL Echalote, crue	
	Aneth frais	1	Recette du PAULI	0	0	0	0	3,30	0,56	6,47	48	CIQUAL Cerfeuil, frais	Nous n'avons pas trouvé les valeurs nutritionnelles de l'aneth sur CIQUAL, et avons pris les mêmes que celles du cerfeuil.
	Cerfeuil frais	1	Recette du PAULI	0	0	0	0	3,30	0,56	6,47	48	CIQUAL Cerfeuil, frais	
8	Assiette valaisanne (portion 1)	100	Moyenne subjective établie en binôme*	26	22	1	303	26,30	21,63	0,79	302,80	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Lard fumé	20	Moyenne subjective établie en binôme*	3	4	0	53	16,4	21,8	0,6	264	CIQUAL Lardons fumés, crus	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Viande séchée	20	Moyenne subjective établie en binôme*	7	1	0	40	37,4	5,47	0,62	201	CIQUAL Viande des Grisons	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Saucisson fumé	20	Moyenne subjective établie en binôme*	5	7	0	82	26,5	33,2	1,23	410	CIQUAL Saucisson sec	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Jambon cru	20	Moyenne subjective établie en binôme*	5	3	0	45	24	14,3	0,1	225	CIQUAL Jambon cru, fumé	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Gruyère	20	Moyenne subjective établie en binôme*	5	7	0	83	27,2	33,4	1,4	414	CIQUAL Gruyère	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.

	Aliment (A)	Portion (B) en g	Référence pour la portion (C) Spécifier la dénomination utilisée	Valeurs nutritionnelles pour la portion habituellement consommée (D)				Valeurs nutritionnelles pour 100 g (E)				Référence pour la composition (F) Spécifier la dénomination utilisée	Remarques (G)
				Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal		
8*	Assiette valaisanne (portion 2)	100	Moyenne subjective établie en binôme*	20	20	2	267	19,52	20,2	1,776	266,8	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédient calculés sur CIQUAL	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Charcuterie	80	Moyenne subjective établie en binôme*	14	14	1	184	17,6	16,9	1,87	230	CIQUAL Charcuterie (aliment moyen)	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
	Gruyère	20	Moyenne subjective établie en binôme*	5	7	0	83	27,2	33,4	1,4	414	CIQUAL Gruyère	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
9	Pâtes carbonara	300	GEM-RCN <i>Plat, comprenant denrée protidique, garniture et sauce</i>	19	23	53	498	6,33	7,72	17,70	166	CIQUAL Pâtes à la carbonara	Le GEM-RCN propose une portion pour un plat unique de pâtes incluant la sauce à 300 g. Pour une portion de farineux en accompagnement le GEM-RCN recommande 200 à 250 g. En binôme, nous avons conclu que la garniture en accompagnement dans les pâtes carbonara correspondait à 75 g de sauce.
10	Croûte au fromage	220	Moyenne subjective établie en binôme*	33	25	57	605	14,80	11,50	26,00	275	BDSVN <i>Croûte au fromage, préparée</i>	Ne trouvant pas la recette dans le PAULI, nous nous sommes basées sur les portions indiquées dans le livre de recette Croqu'Menus.
11	Gratin de légumes	140	PAULI <i>Chou fleur gratiné</i>	4	12	5	150	3,20	8,51	3,44	107	CIQUAL Gratin de légumes	
12	Emincé à la crème	246	Moyenne établie à partir de la recette du PAULI* <i>Emincé de veau zurichoise</i>	29	41	4	380	11,97	16,57	1,70	154,32	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédient calculés sur CIQUAL	Le vin blanc et la demi-glace n'ont pas été retranscrits car ils s'évaporent à la cuisson.
	Quasi de veau paré	140	Recette du PAULI	27	4	0	143	19,6	2,57	0	102	CIQUAL Veau, noix, cru	
	Farine fleur	2	Recette du PAULI	0	0	1	7	11,9	1,46	61,6	333	CIQUAL Farine fleur ou froment T150	
	Huile de tournesol, HO	8	Recette du PAULI	0	8	0	72	0	100	0	900	CIQUAL Huile de tournesol	
	Beurre	8	Recette du PAULI	0	7	0	60	0,7	82,2	0	745	CIQUAL Beurre doux	
	Oignons pelés	8	Recette du PAULI	0	0	1	3	1,25	0,58	7,37	43,2	CIQUAL Oignons, crus	
	Champignons de Paris frais	50	Recette du PAULI	1	0	1	13	1,8	0,43	2,73	25	CIQUAL Champignons de Paris ou champignons de couche, crus	
	Demi-crème pour sauce épaisse, 25%	20	Recette du PAULI	1	5	1	50	2,5	25	3,5	250	www.leshop.ch <i>Emmi Demi-crème 25% grasse de lait</i>	
	Crème entière, 35 %	10	Recette du PAULI	0	3	0	33	2,11	33,8	2,92	326	CIQUAL Crème de lait >30 %MG, fluide, UHT	
13	Filet de poisson meunière	159	Moyenne établie à partir de la recette du PAULI* <i>Filet de limande-sole belle meunière</i>	23	14	5	240	14,25	8,79	3,24	151,17	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédient calculés sur CIQUAL	
	Filet de limande-sole	130	Recette du PAULI	22	2	0	102	16,60	1,34	0,00	79	CIQUAL Limande, crue	
	Citron	8	Recette du PAULI	0	0	0	2	0,30	0,08	2,75	28	CIQUAL Citron, jus pressé, maison	
	Farine fleur	8	Recette du PAULI	1	0	5	27	11,9	1,46	61,6	333	CIQUAL Farine fleur ou froment T150	
	Huile d'arachide	8	Recette du PAULI	0	8	0	72	0,00	99,40	0,00	895	CIQUAL Huile d'arachide	
	Beurre	5	Recette du PAULI	0	4	0	37	0,70	82,20	0,00	745	CIQUAL Beurre doux	
14	Quiche Lorraine	200	GEM-RCN <i>Préparation pâtissière</i>	16	37	44	584	8,23	18,70	22,20	292	CIQUAL Quiche Lorraine	
15	Quiche aux légumes	200	GEM-RCN <i>Préparation pâtissière</i>	17	30	33	474	8,70	14,80	16,40	237	CIQUAL Tarte aux légumes	
16	Saucisse de veau (portion 1)	150	GEM-RCN <i>Saucisse de porc</i>	19	29	2	345	12,50	19,20	1,20	230	BDSVN <i>Saucisse de veau</i>	
16*	Saucisse de veau (portion 2)	130	Moyenne subjective établie en binôme*	16	25	2	299	12,50	19,20	1,20	230	BDSVN <i>Saucisse de veau</i>	Portion obtenue en faisant la moyenne des grammages de l'offre en saucisse de veau de la Migros. Comparaison effectuée sur le www.leshop.ch
17	Endives au jambon	270	Moyenne subjective établie en binôme*	16	15	9	245	5,84	5,56	3,32	91	CIQUAL Gratin d'endives et jambon	Portion obtenue selon la recette du Croqu'Menus calculée pour 1 personne.
18	Choucroute garnie	300	GEM-RCN <i>Plats composés, denrée protidique et sauce</i>	14	28	5	330	4,60	9,22	1,60	110	CIQUAL Choucroute garnie	

	Aliment (A)	Portion (B) en g	Référence pour la portion (C) Spécifier la dénomination utilisée	Valeurs nutritionnelles pour la portion habituellement consommée (D)				Valeurs nutritionnelles pour 100 g (E)				Référence pour la composition (F) Spécifier la dénomination utilisée	Remarques (G)
				Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal		
19	Demi poulet rôti	325	Moyenne subjective établie en binôme*	94	32	0	666	28,80	9,88	0,00	205	CIQUAL Poulet, viande et peau, rôti	1 demi poulet = 500 g, selon l'offre alimentaire en demi-poulet proposée par la Migros ! 35% de perte (os, carcasse) pour les poulets moyens selon le document : <i>Poids et mesures : manuel de quantification standardisé des denrées alimentaires en Belgique. Juin 2005, 2e édition.</i>
20	Gratin dauphinois	190	PAULI Gratin dauphinois	6	9	23	209	3,07	4,95	12,30	110	CIQUAL Gratin dauphinois	
21	Papet vaudois	300	GEM-RCN Plats composés, <i>denrée protidique et sauce</i>	21	30	18	435	7,00	10,00	6,00	145	BDSVN Betty Bossy Papet vaudois 400 g (Coop)	
22	Vol au vent	185	Moyenne subjective établie en binôme*	31	42	11	552	17,02	22,59	5,94	298,11	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque préparations issues de la BDSVN	Portion obtenue à partir de grammages établis en binôme et en référence aux portions proposées sur les emballages des produits analysés pour le calcul des valeurs nutritionnelles.
	Farce pour vol-au-vent	125	Moyenne subjective établie en binôme*	6	18	8	213	4,50	14,00	6,00	170	BDSVN Naturaplan bio farce pour vol-au-vent à la viande et aux champignons	Portion obtenue à partir de l'offre alimentaire en farce pour vol-au-vent proposée par la Coop
	Coques pour vol-au-vent	60	Moyenne subjective établie en binôme*	26	24	3	339	43,10	40,50	5,80	565	BDSVN Vol-au-vent au beurre	Portion obtenue à partir de l'offre alimentaire de vol-au-vent proposée par la Coop 1 coque pour vol-au-vent normale (grande) = environ 30 g
23	Lasagne	300	GEM-RCN Plats composés, <i>denrée protidique et sauce</i>	21	21	39	420	7,00	7,00	13,00	140	CIQUAL Lasagne à la bolognaise	
24	Poisson pané dans l'huile	120	GEM-RCN Beignet, poisson pané ou enrobé	10	14	18	239	8,60	11,30	15,30	199	CIQUAL Poisson pané, frit	
25	Cordon bleu (portion 1)	120	GEM-RCN Cordon bleu ou pané façon cordon bleu	18	17	13	276	14,70	14,00	10,90	230	CIQUAL Cordon bleu de volaille	
25'	Cordon bleu (portion 2)	150	Moyenne subjective établie en binôme*	22	21	16	345	14,70	14,00	10,90	230	CIQUAL Cordon bleu de volaille	Portion obtenue en tenant compte de l'offre en cordon bleu proposée par Migros.
26	Rösti au fromage	255	Moyenne subjective établie en binôme*	15	29	32	451	5,84	11,29	12,61	176,86	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	Portion obtenue en se basant sur la recette du Croqu'Menus, adaptation personnelle.
	Pomme de terre	200	Moyenne subjective	4	0	32	150	2,00	0,22	15,80	75	CIQUAL Pommes de terre, cuites à l'eau	
	Huile de colza	15	Moyenne subjective	0	15	0	135	0,00	100,00	0,00	900	CIQUAL Huile de colza	
	Gruyère	40	Moyenne subjective	11	13	1	166	27,20	33,40	1,40	414	CIQUAL Gruyère	
27	Pizza (portion 1)	200	GEM-RCN Préparation pâtissière	17	17	55	454	8,43	8,69	27,70	227	CIQUAL Pizza, aliment moyen	
27'	Pizza (portion 2)	400	Moyenne subjective établie en binôme*	34	35	111	908	8,43	8,69	27,70	227	CIQUAL Pizza, aliment moyen	Portion obtenue en tenant compte de l'offre alimentaire proposée par la Migros ainsi que des portions moyennes estimées servies en restauration traditionnelle.
28	Omelette	130	GEM-RCN Omelette	12	15	1	186	9,46	11,20	0,80	143	CIQUAL Omelette aux fines herbes	
29	Calamars à la romaine	120	GEM-RCN Beignet, poisson pané ou enrobé	13	14	21	264	10,60	11,50	17,80	220	CIQUAL Calmar ou calamar ou encornet, à la romaine (beignet)	
30	Escalope de viande panée, cuite dans l'huile	120	GEM-RCN Escalope panée de volaille ou autres viandes	27	17	15	325	22,70	14,10	12,90	271	CIQUAL Veau, escalope panée, cuite	Grammage du GEM-RCN correspondant à l'offre proposée dans les supermarchés
31	Tartare de bœuf (portion 1)	150	PAULI Tartare	29	16	3	268	19,00	10,40	2,20	179	NutriNet 843 Tartare de cheval	
31'	Tartare de bœuf (portion 2)	180	Moyenne subjective établie en binôme*	34	19	4	322	19,00	10,40	2,20	179	NutriNet 843 Tartare de cheval	Portion obtenue à partir de l'offre proposée sur les cartes des restaurants analysés.
32	Flammenküche	200	GEM-RCN Préparation pâtissière	18	26	54	526	8,93	13,10	26,90	263	CIQUAL Flammenkueche ou Tarte flambée aux lardons	
	Fondue bourguignonne	200	Moyenne subjective établie en binôme*	51	44	0	602	25,40	22,20	0,00	301	NutriNet Fondue bourguignone	Portion obtenue à partir de l'offre proposée sur les cartes des restaurants analysés.
33	Fondue au fromage (sans pain)	200	Moyenne subjective établie en binôme*	32	33	5	468	16,20	16,60	2,31	234	CIQUAL Fondue Savoyarde	Portion obtenue à partir de l'offre proposée sur les cartes des restaurants analysés.
34	Raclette	40	Moyenne subjective établie en binôme*	10	12	0	147	25,00	29,60	0,68	367	CIQUAL Raclette (fromage)	40 g = 1 tranche de fromage à raclette Portion obtenue à partir des portions proposées sur les emballages de l'offre en fromage à raclette de Migros sur le www.leshop.ch

	Aliment (A)	Portion (B) en g	Référence pour la portion (C) Spécifier la dénomination utilisée	Valeurs nutritionnelles pour la portion habituellement consommée (D)				Valeurs nutritionnelles pour 100 g (E)				Référence pour la composition (F) Spécifier la dénomination utilisée	Remarques (G)
				Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal		
35	Salade Caesar (portion 1)	160	PAULI Salade Caesar aux suprêmes de poulet	21	14	7	245	13,50	9,00	4,10	154	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	
	Suprêmes de poulet sans peau	60	Recette du PAULI	16	1	0	73	26,60	1,76	0,00	121	CIQUAL Poulet, blanc, sans peau, cuit	
	Huile de tournesol HO	1	Recette du PAULI	0	1	0	9	0,00	100,00	0,00	900	CIQUAL Huile de tournesol	
	Pain anglais sans croûte	10	Recette du PAULI	1	0	5	28	8,20	4,70	49,20	281	CIQUAL Pain de mie, courant	
	Salade iceberg parée	40	Recette du PAULI	0	0	1	6	0,70	0,10	2,31	15	CIQUAL Salade verte, sans assaisonnement	
	Chicorée endive rouge parée	10	Recette du PAULI	0	0	0	2	1,03	0,20	2,37	17	CIQUAL Endive, crue	
	Sauce à salade Caesar	20	Recette du PAULI	1	9	1	91	5,40	46,40	3,50	455	NutriNet 1984 Sauce Caesar	
	Œufs cuits	10	Recette du PAULI	1	1	0	15	12,30	10,30	0,70	145	CIQUAL Œufs durs	
	Parmesan râpé	5	Recette du PAULI	2	2	0	22	39,40	30,90	1,87	441	CIQUAL Parmesan	
35'	Salade Caesar (portion 2)	210	BDSVN Betty Bossy Caesar Salad	15	21	17	326	7,00	10,00	8,00	155	BDSVN Betty Bossy Caesar Salad	
36	Fondue chinoise	200	Moyenne subjective établie en binôme*	43	7	0	234	21,60	3,37	0,00	117	CIQUAL Boeuf, faux-filet, cru	Portion obtenue à partir de l'offre alimentaire proposée en restauration traditionnelle.
37	Kebab	400	Moyenne subjective*	52	39	80	880	12,95	9,85	19,90	220	Valeurs nutritionnelles moyennes après analyse*	Portion obtenue à partir de l'expertise du chimiste cantonal Valeurs nutritionnelles moyennes reposant sur l'expertise du chimiste cantonal pour l'estimation des protéines, des lipides, des glucides ainsi que l'estimation énergétique.
38	Menu Big Mac medium	370	Moyenne obtenue à partir de l'offre alimentaire*	31	48	97	963					Valeurs nutritionnelles sur le www.mcdonalds.ch et sur les emballages	Nous avons établie une moyenne en nous référant aux indications de portions et de valeurs nutritionnelles en ligne sur www.mcdonalds.ch ainsi que sur les emballages des produits.
	Big mac	220	Mc Donald's Emballage	26	26	42	513	12,00	12,00	19,00	233	www.mcdonalds.ch Big Mac	
	Pommes frites medium	150	Mc Donald's Emballage	5	22	55	450	3,30	14,60	36,60	300	www.mcdonalds.ch Frites portion medium	
39	Menu Chicken Mac Nugget	257	Moyenne obtenue à partir de l'offre alimentaire*	22	36	73	720	8,59	13,93	28,44	280,02	Valeurs nutritionnelles sur le www.mcdonalds.ch et sur les emballages	
	6 nuggets	107	Mc Donald's* Estimé	17	14	18	270	16,00	13,00	17,00	252	www.mcdonalds.ch Chicken McNuggets	Portion estimée à partir de l'offre alimentaire. Valeurs nutritionnelles pour 100 g obtenues à partir des valeurs nutritionnelles déterminées par Mc Donald's pour une portion habituellement consommée.
	Pommes frites medium	150	Mc Donald's* Estimé	5	22	55	450	3,30	14,60	36,60	300	www.mcdonalds.ch Frites portion medium	Portion estimée à partir de l'offre alimentaire. Valeurs nutritionnelles pour 100 g obtenues à partir des valeurs nutritionnelles déterminées par Mc Donald's pour une portion habituellement consommée.
40	Portion de frites d'accompagnement (portion 1)	120	GEM-RCN Frites	6	14	36	305	4,60	12,00	30,00	254	CIQUAL Pomme de terre frite ou Frite, cuite, non-salée	
40'	Portion de frites d'accompagnement (portion 2)	200	Moyenne subjective établie en binôme*	9	24	60	508	4,60	12,00	30,00	254	CIQUAL Pomme de terre frite ou Frite, cuite, non-salée	Portion obtenue à partir des grammages proposés par le document : Poids et mesures : manuel de quantification standardisé des denrées alimentaires en Belgique. Juin 2005, 2e édition.
41	Tarte aux fruits	115	PAULI Tarte aux pommes	4	14	43	320	3,60	12,50	37,00	278	CIQUAL Tarte ou tartelette aux fruits	
42	Boules de glace (portion 1)	75	GEM-RCN * Glace et sorbet	3	8	15	138	3,58	10,10	19,70	184	CIQUAL Crème glacée	Le GEM-RCN propose une portion équivalent à 150 ml. En tenant compte du taux d'un taux de foisonnement moyenne estimé en binôme à 50%, cela représente 75 g de produit.
42'	Boules de glace, coupe de 3 boules (portion 2)	105	Moyenne subjective établie en binôme*	4	11	21	193	3,58	10,10	19,70	184	CIQUAL Crème glacée	Portion obtenue pour 3 boules de glace, à partir des grammes proposées par le document : Poids et mesures : manuel de quantification standardisé des denrées alimentaires en Belgique. Juin 2005, 2e édition.
43	Tartelette au citron	70	Croqu'Menus* Tartelette au citron	3	13	29	249	3,61	18,85	41,69	356,04	Moyenne établie à partir des valeurs nutritionnelles de chaque ingrédients calculés sur CIQUAL	Moyenne obtenue en se basant sur les préparations de la recette de Tartelette au citron, proposées par le Croqu'Menus et calculée pour une 1 personne.
	Pâte brisée	15	Recette Croqu'Menus	1	4	9	76	7,50	26,40	58,30	505	CIQUAL Pâte brisée, cuite	
	Sucre	20	Recette Croqu'Menus	0	0	20	80	0,00	0,00	99,60	398	CIQUAL Sucre blanc	
	Œuf	10	Recette Croqu'Menus	1	1	0	14	12,30	9,82	0,80	141	CIQUAL Œuf à la coque	
	Beurre	10	Recette Croqu'Menus	0	8	0	75	0,70	82,20	0,00	745	CIQUAL Beurre doux	
	Citron	15	Recette Croqu'Menus	0	0	0	5	0,70	0,20	2,92	35	CIQUAL Citron vert ou lime, frais, pulpe	

	Aliment (A)	Portion (B) en g	Référence pour la portion (C) Spécifier la dénomination utilisée	Valeurs nutritionnelles pour la portion habituellement consommée (D)				Valeurs nutritionnelles pour 100 g (E)				Référence pour la composition (F) Spécifier la dénomination utilisée	Remarques (G)
				Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en g	Calories en kcal		
44	Meringue crème double	50	Moyenne subjective établie en binôme*	2	14	19	211	3,40	28,30	38,52	422,60	Moyenne obtenue à partir des valeurs nutritionnelles du CIQUAL et de la Migros	
	Meringue	20	Moyenne subjective*	1	0	18	80	5,50	1,30	91,80	401	www.leshop.ch	1 petite meringue = env. 10 g selon l'offre alimentaire en meringues proposée par la Migros
	Crème double	30	Moyenne subjective*	1	14	1	131	2,00	46,30	3,00	437	Double crème de la Gruyère	2 cuillères à soupe de crème double estimées à 30 ml selon www.produits.migros.ch
45	Crème brûlée	125	GEM-RCN Desserts lactés	5	30	20	375	4,33	24,30	16,20	300	CIQUAL Crème brûlée	
46	Moelleux au chocolat	60	Moyenne subjective établie en binôme*	4	17	27	275	6,58	27,50	45,40	459	CIQUAL Gâteau mi-cuit au chocolat ou moelleux au chocolat	Portion obtenue en faisant la moyenne de l'offre alimentaire en muffin et cake individuels proposée par la Migros, sous www.leshop.ch
47	Panacotta	125	GEM-RCN Desserts lactés	3	33	20	391	2,40	26,70	15,60	313	NutriNet 1854 Panacotta	
48	Mousse au chocolat	120	GEM-RCN Mousse	6	9	22	197	5,34	7,70	18,20	164	CIQUAL Mousse au chocolat, rayon frais	
49	Crumble aux fruits	100	Moyenne subjective établie en binôme*	3	9	36	242	2,70	8,98	35,90	242	CIQUAL Crumble aux pommes	Portion obtenue en consensus
50	Mille-feuilles	140	PAULI Millefeuilles	6	18	55	410	4,20	13,10	39,40	293	CIQUAL Mille-feuilles	
51	Part de cake	80	GEM-RCN Pâtisserie type quatre quarts	5	19	38	346	5,73	23,70	48,00	433	CIQUAL Quatre-quarts ou barre pâtisserie, préemballé	
52	Tiramisu	120	PAULI Tiramisu	5	15	45	336	3,82	12,50	37,50	280	CIQUAL Tiramisu	
53	Cheesecake	80	Moyenne subjective	4	18	25	280	5,16	22,50	31,10	350	CIQUAL Gâteau fromage frais ou Cheese-cake	
54	Mac Flurry Medium	155	Mc Donald's* Estimé	7	12	58	375	4,50	7,70	37,40	242	www.mcdonalds.ch Mc Flurry M&M's	Portion estimée par le personnel du Mc Donald's. Valeurs nutritionnelles pour 100 g obtenues à partir des valeurs nutritionnelles déterminées par Mc Donald's pour une portion habituellement consommée.
55	Donuts chocolat	50	Mc Donald's* Estimé	2	11	24	205	4,00	22,00	48,00	410	www.mcdonalds.ch Donut chocolat	Portion estimée à partir de l'offre alimentaire. Valeurs nutritionnelles pour 100 g obtenues à partir des valeurs nutritionnelles déterminées par Mc Donald's pour une portion habituellement consommée.
56	Sandwich	130	Moyenne subjective établie en binôme*	15	15	43	377	11,50	11,90	33,30	290	CIQUAL Sandwich baguette (aliment moyen)	Portion établie de manière subjective selon l'offre alimentaire proposée à la Migros
56'	Sandwich jambon (moyenne)	105	Moyenne obtenue à partir de l'offre alimentaire*	17	13	41	350	15,71	12,00	38,86	333,07	Moyenne obtenue selon l'offre alimentaire de la Coop et de la Migros (détail ci-dessous)	Moyenne obtenue en comparant l'offre alimentaire de la Coop et Migros (détaillée aux lignes ci-dessous)
	Prosciutto, Betty Bossi (pain mou)	165	Emballage Betty Bossi, Prosciutto	17	13	40	351	10,00	8,00	24,00	213	Emballage, Coop Betty Bossi, Prosciutto(pain mou)	
	Délice au jambon, Anna's Best (pain mou)	150	Emballage Anna's Best Délice Jambon	17	12	42	348	11,00	8,00	28,00	232	Emballage, Migros Anna's Best Délice Jambon(pain mou)	
56''	Sandwich salami (moyenne)	143	Moyenne obtenue à partir de l'offre alimentaire*	15	19	40	406	10,51	13,04	27,95	284,95	Moyenne obtenue selon l'offre alimentaire de la Coop et de la Migros (détail ci-dessous)	Moyenne obtenue en comparant l'offre alimentaire de la Coop et Migros (détaillée aux lignes ci-dessous)
	Salami, Betty Bossi (triangle)	145	Emballage Betty Bossi, Salami	16	22	36	409	11,00	15,00	25,00	282	Emballage, Coop Betty Bossi, Salami (tpan rtriangle)	
	Salami, Betty Bossi (pain mou)	140	Emballage Betty Bossi, Salami	14	15	43	403	10,00	11,00	31,00	288	Emballage, Coop Betty Bossi, Salami(pain mou)	
56'''	Sandwich thon (moyenne)	168	Moyenne obtenue à partir de l'offre alimentaire*	17	19	44	433	10,35	11,50	26,11	257,24	Moyenne obtenue selon l'offre alimentaire de la Coop et de la Migros (détail ci-dessous)	Moyenne obtenue en comparant l'offre alimentaire de la Coop et Migros (détaillée aux lignes ci-dessous)
	Thon, Betty Bossy (triangle)	175	Emballage Betty Bossi, Thon	16	21	40	418	9,00	12,00	23,00	239	Emballage, Coop Betty Bossi, Thon(triangle)	
	Mini-Parisettes au thon, Prix Garantie	155	Emballage Prix Garantie, Mini-Parisettes au thon	16	11	50	389	10,00	7,00	32,00	251	Emballage, Coop Prix Garantie, Mini-Parisettes au thon(pain baguette)	
	M-Classic Thon (triangle)	175	Emballage M-Classic, thon	21	26	42	492	12,00	15,00	24,00	281	Emballage, Migros M-Classic, thon(triangle)	
57	Croque-Monsieur	100	Moyenne subjective établie en binôme*	15	15	26	290	14,50	14,80	25,50	290	CIQUAL Croque-Monsieur	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre proposée en restauration traditionnelle.
58	Croissant au jambon	50	Moyenne subjective établie en binôme *	5	8	12	147	10,50	16,60	24,90	293	CIQUAL Croissant au jambon	1 grand croissant au beurre = 41 g en grandes surfaces Portion obtenue de manière subjective selon l'offre alimentaire proposée en grandes surfaces
59	Ramequin au fromage	70	Moyenne subjective établie en binôme *	6	13	14	200	9,00	18,00	20,00	285	BDSVN Qualité&Prix Ramequin au Gruyère AOC	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre alimentaire proposée sur www.produits.migros.ch.
60	Rissolé à la viande	120	GEM-RCN (Entrée) Friand, feuilleté	15	29	20	397	12,70	24,20	17,00	331	CIQUAL Feuilleté ou Friand à la viande	Portion obtenue de manière subjective selon l'offre alimentaire proposée en grandes surfaces.