

# Master of Science conjoint HES-SO - UNIL

## en Sciences de la santé

### Nutrition et diététique

## Travail de Master

# APPORT ET STATUT EN VITAMINE D DANS LA POPULATION PÉDIATRIQUE LAUSANNOISE

Nicolas Parel

Sous la direction de

Dre, Corinne, Jotterand Chaparro

Professeure assistante HES, Diététicienne

Sous la co-direction de

Dre, Angéline, Chatelan

Adjointe scientifique HES, Diététicienne

Experte : Prof, Murielle Bochud

Lausanne, HES-SO Master, 2021

## Remerciements

La réalisation de ce travail de Master aura nécessité de nombreuses heures de travail ainsi que de multiples compétences. Je tiens donc à remercier les personnes sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Tout d'abord, je remercie Corinne Jotterand Chaparro de m'avoir laissé entreprendre seul ce travail de recherche, pour ses disponibilités lorsque j'avais besoin d'aide et pour ses conseils de qualité.

Je remercie également Angéline Chatelan de m'avoir permis d'utiliser les données issues de sa thèse de doctorat et pour ses précieux conseils liés aux analyses statistiques.

Je remercie l'ensemble des enseignant-e-s que j'ai côtoyé à la Haute Ecole de Santé de Genève, à la HES-SO Master ainsi qu'à l'Université de Lausanne. Leur expertise mais également leur bienveillance ont largement favorisé la réussite de ma formation académique.

Je remercie tout particulièrement Maaïke Kruseman et Isabelle Carrard dont les enseignements passionnants m'ont grandement incité à entreprendre mon Master.

Je remercie également Clavien Kuenzi qui a été le premier à susciter mon intérêt pour la nutrition.

Finalement, je tiens à remercier mes proches qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours scolaire et académique, plus particulièrement ma conjointe, mes meilleurs amis et mes parents.

## Table des matières

<b>Liste des tableaux</b> .....	6
<b>Liste des figures</b> .....	6
<b>Liste des abréviations</b> .....	6
<b>Liste des annexes</b> .....	7
<b>Résumé</b> .....	8
<b>Introduction</b> .....	9
<b>Cadre de référence</b> .....	9
Vitamine D.....	9
Propriétés physico-chimiques .....	9
Synthèse endogène et apports exogènes .....	10
Statut et facteurs influents.....	10
Rôles .....	12
Apports recommandés.....	12
Conséquences d'un statut insuffisant ou d'une carence.....	13
Intérêt d'une supplémentation .....	13
Recommandations concernant une supplémentation.....	14
Données épidémiologiques : apports et principales sources alimentaires .....	15
Données épidémiologiques : statut de la population .....	16
<b>Problématique</b> .....	17
<b>Question de recherche et hypothèses</b> .....	18
<b>Méthode</b> .....	18
Type d'étude.....	18
Population cible .....	18
Échantillon et recrutement.....	19
Procédures générales .....	19
Mesures anthropométriques et indice de masse corporelle .....	19
Anamnèse alimentaire.....	20
Apport en micronutriments.....	20
Classification des aliments .....	21
Compléments alimentaires .....	21
Questionnaire de propension alimentaire .....	21
Biomarqueurs.....	22

Niveau d'éducation des parents .....	22
Saisons .....	22
Statistiques descriptives et analyses .....	22
Considérations éthiques et financement .....	23
<b>Résultats</b> .....	24
Caractéristiques de la population.....	24
Apports nutritionnels.....	24
Principales sources de micronutriments .....	26
Fréquences de consommation .....	27
Poisson et fruits de mer .....	27
Produits laitiers .....	27
Aliments enrichis en vitamine D .....	27
Taux de 25(OH)D .....	27
Comparaison des statuts.....	28
Taux de 25(OH)D et variables associées .....	30
<b>Discussion</b> .....	30
Principaux résultats .....	30
Retour sur les hypothèses .....	30
Hypothèse 1 : Apports en vitamine D.....	30
Hypothèse 2 : Taux sanguin de vitamine D.....	31
Hypothèse 3 : Principales sources de vitamines D.....	33
Retour sur le calcium et le phosphore .....	34
Retour sur la comparaison des statuts.....	34
Forces et limites .....	35
Forces.....	35
Limites .....	35
Implications et recommandations pour la pratique du/de la diététicien-ne .....	36
En clinique : .....	36
En santé publique : .....	37
En recherche : .....	37
<b>Conclusion</b> .....	38
<b>Références</b> .....	39

Annexe 1 : Recommandations internationales concernant la supplémentation en vitamine D chez les nourrissons, les enfants et les adolescents .....	1
Annexe 2 : Individus considérés comme à risque d'un statut en vitamine D insuffisant .....	4
Annexe 3 : Principales sources de vitamine D, calcium et phosphore selon le Sixième rapport sur la nutrition en Suisse .....	5
Annexe 4 : Code des groupes et sous-groupes d'aliments issus du logiciel GlogoDiet® et leurs modifications.....	6
Annexe 5 : Consommation d'aliments sources de vitamine D, calcium ou de phosphore	10

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Interprétations du taux de 25(OH)D

Tableau 2 : Apports recommandés en vitamine D

Tableau 3 : Principaux contributeurs de vitamine D, calcium et phosphore en Suisse selon le Sixième rapport sur la nutrition en Suisse

Tableau 4 : Caractéristiques de la population

Tableau 5 : Apports nutritionnels et comparaisons aux recommandations

Tableau 6 : Compléments consommés par les participants

Tableau 7 : Statuts en vitamine D

Tableau 8 : Caractéristiques des participants selon leur statut en vitamine D

Tableau 9 : Variables associées aux taux de 25(OH)D

## Liste des figures

Figure 1 : Formation de la vitamine D

Figure 2 : Principales sources alimentaires de vitamine D, de calcium et de phosphore

Figure 3 : Taux de 25(OH)D en fonction de la date de la prise de sang

## Liste des abréviations

25(OH)D : 25-hydroxy-vitamine D (calcidiol)

CHUV : Centre hospitalier universitaire vaudois

CFN : Commission fédérale de la nutrition

DACH : Sociétés allemande (D), autrichienne (A) et suisse (CH) de nutrition

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments

ESPGHAN : Société européenne pédiatrique de gastroentérologie, hépatologie et nutrition

IMC : Indice de masse corporelle

NAM : Académie nationale de médecine (Etats-Unis)

OMS : Organisation mondiale de la santé

OSAV : Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires

UI : Unité internationale

## Liste des annexes

Annexe 1 : Recommandations internationales concernant la supplémentation en vitamine D chez les nourrissons, les enfants et les adolescents

Annexe 2 : Individus considérés comme à risque d'un statut en vitamine D insuffisant

Annexe 3 : Principales sources de vitamine D, calcium et phosphore selon le Sixième rapport sur la nutrition en Suisse

Annexe 4 : Code des groupes et sous-groupes d'aliments issus du logiciel GlogoDiet® et leurs modifications

Annexe 5 : Consommation d'aliments sources de vitamine D, calcium ou de phosphore

## Résumé

**INTRODUCTION** : La vitamine D est un nutriment essentiel à la santé osseuse et participe au bon fonctionnement du système immunitaire. De nombreuses études européennes ont rapporté une prévalence élevée d'un statut en vitamine D insuffisant voir carencé, notamment chez les enfants et adolescents. En Suisse, aucune donnée récente ne fait état de la situation.

**OBJECTIF** : Evaluer les apports, le statut et les principales sources alimentaires de vitamine D dans la population pédiatrique lausannoise.

**METHODE** : Deux rappels de 24 heures ont été réalisés à l'aide du logiciel GloboDiet® chez 29 adolescents âgés de 11 à 18 ans. Des échantillons biologiques ont également été prélevés entre les mois d'avril et de novembre 2017. La teneur en vitamine D des aliments a été calculée à l'aide de la base de données suisse des valeurs nutritives.

**RESULTATS** : Les apports médians [P25-P75] en vitamine D étaient de 0,8 [0,6-1,1] µg par jour chez les 11-14 ans contre 1,2 [0,7-1,9] µg par jour chez les 15-18 ans et correspondaient à moins de 10 % des recommandations nutritionnelles. Le taux médian de 25(OH)D plasmatique était de 56,9 nmol/L [48,3-69,8]. Un tiers des participants présentait un statut insuffisant tandis que 90% de ceux testés en été présentaient un statut suffisant. Aucun participant ne présentait un statut carencé. Les principales sources de vitamine D étaient les poissons (35,2 %) et les laitages (32,3 %).

**CONCLUSION** : Dans la population pédiatrique lausannoise, les apports en vitamine D sont largement inférieurs aux recommandations. Un taux suffisant durant la période estivale semble atteignable pour presque tous les adolescents mais devient moins abordable au printemps et en automne.

## Introduction

La vitamine D est un nutriment essentiel à la santé osseuse. Elle joue un rôle crucial dans le métabolisme phospho-calcique. Un statut suffisant favorise notamment le pic de masse osseuse qui semble déterminant face aux risques de fractures à un âge avancé (1,2). Son rôle dans la survenue de certaines pathologies non-osseuses est également suggéré (3). Sa production est principalement issue de sa synthèse endogène suite à une exposition prolongée au soleil (4). L'alimentation contribue également au taux sérique de vitamine D. Toutefois, au vu du faible ensoleillement hivernal en Suisse, il est difficile, voire impossible, pour les individus de couvrir leurs besoins durant cette période. De plus, les quantités présentes dans l'alimentation sont faibles (5). Par conséquent, on observe une importante prévalence d'un taux insuffisant voire d'une carence en vitamine D dans les pays européens (6). La Suisse ne fait pas exception à cette règle. Chez les adultes, le statut en vitamine D et ses sources alimentaires associées ont fait l'objet d'études récentes (7,8). Mais ce n'est pas le cas pour la population pédiatrique. Tandis que plusieurs sociétés savantes recommandent une supplémentation au-delà des deux premières années de vie (9–11), d'autres considèrent qu'elle est inutile (12,13) ou non indispensable, notamment en Suisse (14). Compte tenu de ces différents éléments, il est important d'étudier l'insuffisance ou la carence en vitamine D dans la population pédiatrique suisse. De nouvelles données épidémiologiques sont donc nécessaires, afin de mener des actions de santé publique adéquates.

## Cadre de référence

### Vitamine D

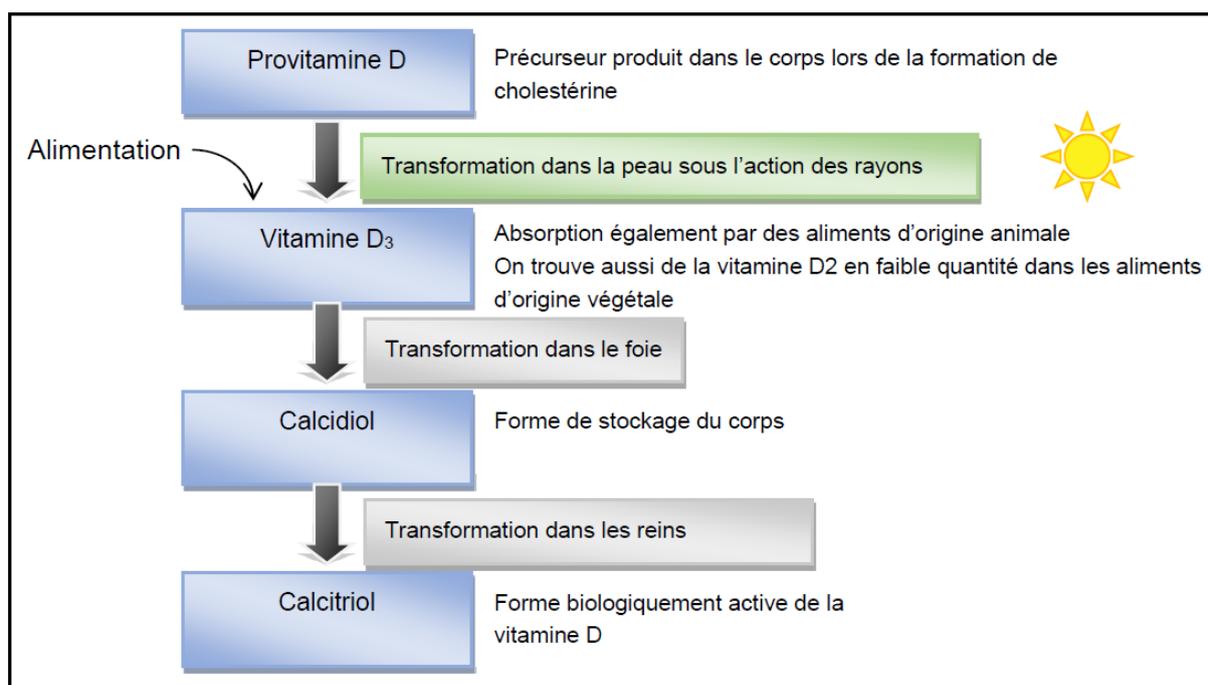
#### Propriétés physico-chimiques

La vitamine D est une vitamine liposoluble qui peut donc être stockée dans l'organisme. Ces réserves sont toutefois difficilement évaluables. Elle est également considérée comme une hormone. On retrouve deux formes de vitamine D, l'ergocalciférol (Vitamine D<sub>2</sub>) et le cholécalciférol (Vitamine D<sub>3</sub>). La première est issue de la transformation d'ergostérol, un stérol végétal, sous l'effet des radiations ultraviolettes et de la chaleur. La seconde est produite par les animaux. Certaines études suggèrent que la D<sub>3</sub> serait plus efficace pour augmenter le taux sérique de 25-hydroxy-vitamine D (25(OH)D), par rapport à D<sub>2</sub> (15). Il correspond à la somme de 25(OH)D<sub>2</sub> et de 25(OH)D<sub>3</sub>. D'autres ne rapportent aucune différence significative (16). La supériorité de la D<sub>3</sub> par rapport à la D<sub>2</sub> reste donc controversée (17).

## Synthèse endogène et apports exogènes

Le soleil est la principale source de vitamine D. L'exposition aux rayons ultra-violet B permet une synthèse sous-cutanée (4). Ce processus est détaillé dans la figure 1 (14). Bien que le calcitriol soit la forme biologiquement active de la vitamine D, c'est le calcidiol qui est utilisé pour déterminer le statut en vitamine D d'un individu (18). L'alimentation est la seconde source de vitamine D. Sa contribution au taux de 25(OH)D est estimée à 10-20% (19). Son absorption est favorisée par la présence de graisses dans l'intestin (20). Ses principales sources sont les poissons gras, les matières grasses et les produits laitiers. On en retrouve aussi dans certains champignons dont le shiitake (21).

**Figure 1 : Formation de la vitamine D**



## Statut et facteurs influents

Le taux sérique de 25(OH)D idéal est encore discuté aujourd'hui (22). Un statut jugé suffisant est déterminé de sorte à ce qu'il soit adéquat pour 97,5 % de la population (3). Les valeurs de références proposées par plusieurs organismes sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Interprétations du taux de 25(OH)D**

Organisme/ Pays	Statut		
	Suffisant	Insuffisant	Carencé
L'Académie nationale de médecine (NAM <sup>1</sup> ) aux Etats-Unis (23)	> 50 nmol/L	50-30 nmol/L	< 30 nmol/L
Société européenne pédiatrique de gastroentérologie, hépatologie et nutrition (ESPGHAN) (12)	> 50 nmol/L	50-25 nmol/L	< 25 nmol/L
Société endocrinienne américaine	> 75 nmol/L	50-75 nmol/L	< 50 nmol/L

Dans la littérature, certaines études considèrent un statut carencé lorsque le taux de 25(OH)D est inférieur à 37 nmol/L (24). Chez les personnes âgées, un taux de 75 nmol/L semble optimal pour prévenir la survenue de chutes et de fractures (25). Ces différences de valeurs s'expliquent notamment par l'absence de données scientifiques convaincantes pour définir une valeur minimale exacte. Néanmoins, les enfants et adolescents atteints de rachitisme ou d'ostéomalacie présentent généralement un taux de 25(OH)D inférieur à 25 nmol/L (26). Dans ce travail, les normes proposées par l'ESPGHAN seront utilisées.

De nombreux facteurs influencent le taux de 25(OH)D. Concernant la synthèse liée à une exposition au soleil, elle dépend de la présence de nuages, la pollution atmosphérique, l'angle de zénith solaire, le pourcentage de peau exposée, la durée d'exposition et l'altitude (5,27) . De plus, l'exposition à travers les vitres en verre, en plexiglass ou en plastique ne permet pas la synthèse de 25(OH)D (28). Sa synthèse est réduite chez les personnes âgées (29). Elle dépend également du phototype de peau. Lorsque cette dernière est riche en pigments de mélanine, la synthèse est diminuée (30). C'est aussi le cas lorsque la peau est recouverte de crème solaire (30). En 2012, un essai clinique suggérait que, lorsque la quantité de crème solaire conseillée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est utilisée, la synthèse de vitamine D n'est plus possible (31). De plus, les personnes qui souffrent d'obésité sont plus à risque d'un faible statut en vitamine D (27). Cela s'expliquerait par une alimentation de moins bonne qualité, une plus faible exposition solaire par manque d'activités en extérieur, une absorption réduite en cas de chirurgie bariatrique ou encore une plus grande dilution de la vitamine D au sein du tissu adipeux (27). Cette association a également été observée dans la population pédiatrique (32).

---

<sup>1</sup> Anciennement IoM

D'autres paramètres tels que la consommation de vin, l'activité physique, la contraception orale, la supplémentation en vitamine D, la calciurie et l'altitude ont montré une association positive avec le taux sérique de vitamine D (7). Enfin, le taux sérique de vitamine D est négativement associé au taux de parathormone (33).

## Rôles

Le calcitriol, via l'expression de certains gènes, favorise l'absorption intestinale de calcium et de phosphore (34). Il est un des régulateurs de l'homéostasie phosphocalcique et donc participe à la formation, au maintien et au renouvellement de la structure osseuse. Ce processus est particulièrement important durant l'enfance. Pendant la phase de croissance et jusqu'au stade post-pubertaire, les enfants forment et atteignent leur pic de masse osseuse (1). Cette masse représente les réserves osseuses à vie pour l'individu et s'avère être un prédicteur des fractures à l'âge adulte (35,36). En 2016, la Société Royale d'Ostéoporose (Royaume-Uni) a pris position quant au rôle de la vitamine D dans l'atteinte du pic de masse osseuse maximal. Suite à une revue systématique, elle l'a catégorisé parmi les facteurs pouvant influencer ce pic avec un niveau de preuve de grade B<sup>2</sup> (37).

Le calcitriol joue également un rôle lors de la différenciation et de la prolifération cellulaire, notamment au niveau du système immunitaire (38). Il agit comme un immunomodulateur et cible notamment les monocytes, macrophages, cellules dendritiques ainsi que les lymphocytes T et les lymphocytes B. Par son action, il module les réponses immunitaires innées et adaptatives (39)

## Apports recommandés

Dans le cadre de ce travail, seules les recommandations concernant les enfants et adolescents seront abordées. La NAM et l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) ont fixé leurs recommandations de sorte à ce que l'apport oral en vitamine D permette l'atteinte d'un taux de 25(OH)D de 50 nmol/L, en cas d'exposition minimale au soleil (23,40). Les apports recommandés par plusieurs organismes européens sont présentés dans le tableau 2.

---

<sup>2</sup> Basé sur les résultats d'essais cliniques randomisés mais dont les échantillons ne permettaient pas une généralisation des résultats.

**Tableau 2 : Apports recommandés en vitamine D**

Pays/institution	Année	Catégories d'âge	Recommandation (µg/j)
Suisse Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) et Commission fédérale de la nutrition (CFN) (14) (25)	2012	1-17 ans	15*
Danemark, Finlande, Islande, Norvège, Suède et îles Féroé, Groenland et Åland (41)	2012	1-17 ans	10
Italie (42)	2014	1-17 ans	15
Allemagne, Suisse, Autriche (DACH) (43)	2015	1-17 ans	20
Europe (EFSA) (40)	2016	1-17 ans	15
Royaume-Uni (44)	2016	1-17 ans	10
Belgique (45)	2016	1-10 ans 11-17 ans	10 10-15

\*La CFN recommande 15-25 µg/j en cas de taux de 25(OH)D inférieur à 25 nmol/L.

### Conséquences d'un statut insuffisant ou d'une carence

Une carence en vitamine D réduit l'absorption intestinale de calcium impactant le taux sanguin de ce dernier. Une hypocalcémie entraîne alors une élévation de la parathormone qui favorise ensuite la mobilisation du calcium osseux et diminue la calciurie. A un stade avancé, ces mécanismes favorisent l'apparition du rachitisme chez l'enfant (46). Cette pathologie est liée à un défaut de minéralisation du squelette. Elle comporte de nombreuses conséquences mais plus particulièrement des déformations squelettiques. Plusieurs études ont suggéré qu'un statut en vitamine D insuffisant pourrait également empêcher l'enfant d'atteindre son pic de masse osseuse maximal (47,48). Chez l'adulte, on parlera plutôt d'ostéomalacie. Enfin, chez la personne âgée, une carence en vitamine D favorise la survenue de l'ostéoporose (2).

Un statut en vitamine D insuffisant pourrait également avoir des conséquences qui vont au-delà de la santé osseuse. Plusieurs études menées chez les enfants et adolescents ont rapporté des associations entre un faible taux de 25(OH)D et un risque accru de développer un diabète de type 1, des infections respiratoires et de l'asthme (49,50).

### Intérêt d'une supplémentation

L'intérêt d'une supplémentation en vitamine D chez le nourrisson dans le but de prévenir le rachitisme et l'ostéomalacie est avéré (51). Toutefois, chez les enfants et adolescents, elle semble bénéfique uniquement chez ceux qui présentent un statut en vitamine D insuffisant (52).

Quant à l'intérêt d'une supplémentation chez les enfants et adolescents, dans le but de prévenir d'autres pathologies, elle fait encore débat. Aucun essai clinique n'a testé l'intérêt d'une supplémentation en vitamine D dans le but de prévenir le diabète de type 1 (13). Une supplémentation ne semble pas efficace pour prévenir la survenue de diarrhée ou de pneumonie, chez les enfants de moins de 5 ans (53). L'intérêt d'une supplémentation pour la prévention des crises d'asthme, de leur exacerbation ainsi que des infections des voies aériennes inférieures et supérieures reste controversée (49, 54-56). Les résultats controversés présentés ci-dessus s'expliquent notamment par des variations importantes de posologie. De plus, les taux de 25(OH)D au début de l'étude ne sont pas toujours pris en considération lors de l'analyse des résultats. Enfin, certaines études comparent les effets d'une supplémentation par rapport à un placebo tandis que d'autres les comparent à une autre supplémentation, mais à des doses différentes.

Toutes ces études ont servi de bases pour les sociétés savantes, qui ont pris position quant à l'intérêt d'une supplémentation dans la population pédiatrique.

### Recommandations concernant une supplémentation

Les recommandations de supplémentation émises par les différents pays et organismes sont résumées dans un tableau en annexe (Annexe 1). Plusieurs d'entre eux évoquent des individus à risque d'un statut carencé en vitamine D. Ces derniers sont présentés pour chaque organisme dans l'annexe 2. Au niveau international, il existe un consensus concernant la supplémentation en vitamine D, dans le but de prévenir le rachitisme. Une supplémentation de 400 UI/jour est recommandée pour tous les nourrissons (23,46,51). Les auteurs recommandent également "*la mise en œuvre de programmes internationaux d'enrichissement des aliments pour assurer un apport nutritionnel suffisant de vitamine D et de calcium pour l'ensemble de la population*" (traduction libre) (51). Mais au-delà de la première année de vie, les avis divergent.

Au niveau européen, l'ESPGHAN s'est prononcée en défaveur d'une supplémentation systématique en vitamine D chez les enfants et les adolescents, malgré des apports et des concentrations sériques faibles dans cette population (12). Selon elle, seuls les individus à risque bénéficieraient d'une supplémentation au-delà de la première année de vie. Néanmoins, elle recommande aux différentes autorités nationales d'adopter des politiques visant à améliorer le statut en vitamine D, comme l'utilisation d'aliments fortifiés ou une supplémentation, chez les enfants et adolescents. Plusieurs institutions de santé, notamment en France, en Belgique et au Royaume-Uni se sont prononcés en faveur d'une supplémentation au-delà de la première année de vie, sous certaines conditions (annexe 1) (9-11, 45).

D'autres ont rejoint l'avis de l'ESPGHAN, comme c'est le cas pour trois sociétés savantes<sup>3</sup> allemandes qui ne recommandent pas de supplémentation, même lorsque les valeurs sériques sont en dessous des normes (13).

En Suisse, les recommandations diffèrent entre deux organismes :

- L'OSAV recommande une supplémentation pour les nourrissons et les enfants âgés de 2 à 3 ans<sup>4</sup> (14). Pour les personnes âgées de 3 à 60 ans, il n'a pas émis de recommandation *stricto sensu* mais plutôt des propositions telles que la consommation d'aliments riches en vitamine D ou la prise d'un supplément durant la période hivernale. Il recommande également aux personnes à risque d'en discuter avec leur médecin.
- La CFN recommande une supplémentation de 400 UI/jour durant la première année de vie et de 600 UI/jour pour tous les enfants âgés de 2 à 18 ans (57). Pour les 4-18 ans, la supplémentation est recommandée, mais non indispensable si l'enfant est en bonne santé et pratique beaucoup d'activités en extérieur. Elle indique également que le statut en vitamine D devrait être testé chez les individus à risque et qu'ils pourraient avoir besoin de suppléments à plus hautes doses.

#### Données épidémiologiques : apports et principales sources alimentaires

Aux Etats-Unis, seuls 27% des nourrissons atteignaient les apports recommandés en 2016 (10 µg/j) (58). Cette situation semblait inchangée depuis 2009. Au Royaume-Uni, 93 % des nourrissons avaient des apports inférieurs aux recommandations et ce, malgré une supplémentation (59). Ils consommaient en moyenne 33 % des apports recommandés. Une étude belge montrait également que les 3-17 ans atteignaient en moyenne 13-31 % des apports recommandés, malgré la consommation de suppléments ou d'aliments fortifiés (60). Néanmoins, selon les données de la cohorte allemande DONALD, la consommation d'aliments enrichis et de suppléments permettait aux 2-18 ans d'atteindre 60-75% des apports recommandés (61). En France, l'étude INCA 3 estimait les apports moyens en vitamine D à 6 µg/j chez les 0-10 ans et 2,9 µg/j chez les 11-17 ans (62). Cela correspond respectivement à 60% des apports nutritionnels conseillés (63) pour les 1-3 ans, 120% pour les 4-10 ans et 58% pour les 11-17 ans.

En Suisse, en 2017, l'enquête nationale menuCH menée chez les adultes a évalué l'apport journalier en vitamine D à 2.5 µg/jour (4,37), ce qui correspond à 13% des apports recommandés par le DACH (43).

---

<sup>3</sup> Committee on Nutrition, German Society for Pediatric and Adolescent Medicine (DGKJ e.V.), and the German Society for Pediatric Endocrinology and Diabetology (DGKED e.V.)

<sup>4</sup> Si l'utilisation de crème solaire empêche une synthèse optimale ou en cas de maladie chronique

Les dernières données concernant la population pédiatrique suisse remontent à une étude publiée par Ginty et al. en 2004. Les auteurs ont montré que les enfants consommaient entre 30 et 60% des apports recommandés en vitamine D (Ils étaient de 5 et non de 20 µg/jour) (64). Bien qu'une étude plus récente ait évalué les consommations alimentaires des enfants âgés de 6 à 12 ans en Suisse italienne, elle n'a pas reporté les apports en micronutriments (65).

Concernant les sources de vitamine D, l'étude INCA 3 a montré que chez les 1-17 ans, les produits laitiers étaient la principale source de vitamine D (40%) suivis par le groupe « Viandes-Poissons-Œufs » (16%). En Belgique, l'enquête de consommation alimentaire rapportait les « Viandes et produits dérivés », les « Laitages et substituts » et les « Huiles et matières grasses » comme principales sources alimentaires de vitamine D, chez les 10-17 ans (66). Les sources alimentaires de vitamine D n'ont pas été reportées dans l'étude de Ginty et al.

#### Données épidémiologiques : statut de la population

De nombreuses populations à travers le monde présentent un statut en vitamine D déficitaire. Selon une revue de 2020, une carence (<30 nmol/L) en vitamine D serait observée, dans la population adulte, chez 6 % des Etats-Uniens, 7 % des Canadiens et 13 % des Européens (18). De plus, 24 % des Etats-Uniens, 37 % des Canadiens et 40 % des Européens présenteraient un taux insuffisant. Cette problématique est également présente dans la population pédiatrique. En 2008, l'étude allemande KiGGS rapportait un taux sérique inférieur à 75 nmol/L chez 85% des 1-17 ans (6). L'étude transversale européenne HELENA estimait en 2012 que 80 % des 12-17 ans présentaient un taux sérique sous-optimal<sup>5</sup> (67). Les taux les plus élevés étaient observés chez les adolescents les plus âgés. En 2014, une étude française multicentrique réalisée chez les 6-10 ans a trouvé que 3% des enfants présentaient une carence (< 25 nmol/L) en vitamine D et 34% avaient un statut insuffisant (> 25 nmol/L ≤ 50 nmol/L) (68). Ces taux passaient respectivement à 5% et 45% chez les enfants non supplémentés. Enfin, jusqu'à 13% des enfants supplémentés présentaient un taux insuffisant. Toujours en 2014, une étude italienne réalisée chez les 10-21 ans rapportait un statut inférieur à 75 nmol/L dans 82% des cas (69).

Dans la population adulte suisse, la prévalence d'une insuffisance ou d'une carence en vitamine D est estimée à près de 75% (7). Elle atteint son paroxysme entre janvier et mars.

---

<sup>5</sup> 39% avaient des niveaux insuffisants (50-75 nmol/L), 27% déficients (27,5-49,99 nmol/L) et 15% gravement déficients (< 27,5 nmol/L)

Une étude récente a comparé le niveau d'ultra-violet B nécessaires à la synthèse de 1000 unités internationales (UI) de vitamine D avec celle provoquant la formation d'un érythème<sup>6</sup>. Durant la période estivale, la durée d'exposition nécessaire à la synthèse des 1000 UI est inférieure à celle de la formation d'un érythème (5). En revanche, cette situation s'inverse durant la période hivernale. De plus, la durée d'exposition nécessaire change drastiquement. Si 10-15 minutes suffisent en été, il faudrait s'exposer jusqu'à 6 heures en hiver dans les régions à haute altitude<sup>7</sup>. Cela s'explique par les conditions météorologiques, davantage de surface de peau recouverte et la position plus basse du soleil. Les auteurs de l'étude concluent : « *Sans supplémentation orale en vitamine D, les doses quotidiennes de vitamine D (1000 UI) ne sont pas atteignables en automne et en hiver en Suisse* » (traduction libre) (5).

Concernant la population pédiatrique suisse, les données épidémiologiques disponibles peuvent être considérées comme obsolètes aujourd'hui. En 2012, la CFN a publié un rapport traitant de la carence en vitamine D en Suisse. Elle rapportait qu'environ 16% des enfants et adolescents suisses avaient des taux de 25(OH)D inférieurs à 30 nmol/L (57). Mais ces données étaient issues de l'étude de Ginty et al. dont les échantillons biologiques avaient été prélevés chez 196 enfants et adolescents, entre 1996 et 1997 (64). Sur la base de ces résultats et en tenant compte des données épidémiologiques issues d'autres pays européens, la CFN estimait que 40 à 50% des enfants et adolescents suisses souffraient d'une carence<sup>8</sup> en vitamine D. Autrement dit, les données les plus actuelles concernant le statut en vitamine D de la population pédiatrique suisse remontent à près de 25 ans.

## Problématique

Les conditions d'exposition au soleil ainsi que les faibles apports alimentaires en vitamine D sont défavorables à l'atteinte d'un statut suffisant, hors saison estivale. En Suisse, la mise en place d'une politique de santé publique visant à améliorer ce statut dans la population pédiatrique ne pourra avoir lieu tant que de nouvelles données épidémiologiques n'en rapporteront pas la nécessité.

---

<sup>6</sup> Coup de soleil

<sup>7</sup> Exemple de la Jungfraujoch à 3582m

<sup>8</sup> Ici, la carence faisait référence à un taux de 25(OH)D inférieur à 50 nmol/L

## Question de recherche et hypothèses

Ainsi, une mise à jour des données épidémiologiques concernant la vitamine D au sein de la population pédiatrique semble indispensable. La principale question de recherche de ce travail sera : Quels sont les apports moyens et le statut en vitamine D, dans la population pédiatrique lausannoise ? De plus, les principales sources alimentaires de vitamine D, de calcium et de phosphore ainsi que les associations entre le taux en vitamine D et les divers facteurs qui l'influencent sont également des sujets d'intérêt.

Au vu des données rapportées dans le cadre de référence, les hypothèses suivantes sont formulées :

- 1) La plupart des participants auront des apports en vitamine D inférieurs aux recommandations.
- 2) Leur taux de 25(OH)D sera pour la plupart dans les normes inférieures.
- 3) Les principales sources alimentaires de vitamine D seront les laitages et les « Viandes-Poissons-Œufs », comme rapporté dans l'étude française INCA 3 (62).

## Méthode

### Type d'étude

Dans le cadre de ce travail, les données d'une enquête transversale ont été utilisées. Les données ont été récoltées lors d'une étude de faisabilité (70) ayant pour but de préparer la prochaine enquête alimentaire nationale pour les enfants et adolescents. Cette étude de faisabilité a été élaborée et conduite par Angéline Chatelan (doctorante) sous la direction de la professeure Murielle Bochud. La récolte de données a eu lieu entre avril et novembre 2017. De ce fait, elle est complémentaire à l'étude de Ginty et al. dont les taux de 25(OH)D avaient été récoltés entre septembre 1996 et mars 1997.

### Population cible

La population cible était les enfants et les adolescents lausannois âgés de 3 à 17 ans et à priori en bonne santé. Les individus atteints de maladies chroniques, hospitalisés, enceintes ou avec un niveau de français insuffisant pour comprendre l'étude étaient exclus. Pour ce travail de master, seules les données des adolescents âgés de 11 à 18 ans ont été analysées.

## Échantillon et recrutement

Deux méthodes ont été utilisées pour recruter les participants. La première consistait à utiliser la Fondation du Bureau Vaudois d'Adresses, qui correspond plus ou moins à la version commerciale du registre cantonal de la population. Les chercheuses ont demandé un échantillon aléatoire stratifié d'enfants de différentes catégories d'âge. Les adresses de leur(s) représentant(s) légal(aux) étaient toutes issues des communes de Lausanne et de deux de ses banlieues (Prilly et Renens). Des lettres d'invitation à participer à l'étude étaient ensuite envoyées chaque mois. Chaque enveloppe contenait, en plus de la lettre, une carte réponse déjà timbrée. Les participants pouvaient y inscrire leurs coordonnées ainsi que leurs disponibilités pour un premier contact avec l'investigatrice. La seconde méthode de recrutement était l'utilisation de flyers (échantillon de convenance). Ils ont été affichés dans plusieurs bâtiments du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV).

## Procédures générales

Les personnes intéressées à participer à l'étude ont eu un premier contact par téléphone avec la doctorante. Toutes les informations concernant l'étude leur ont été fournies. S'ils étaient toujours intéressés, elle leur envoyait par courriel les feuilles d'informations sur l'étude et les consentements éclairés. Ensuite, elle envoyait par courriel les liens vers les questionnaires en ligne. Le premier traitait des caractéristiques des participants (p.ex. habitudes alimentaires compléments alimentaires, statut socio-économique) et le second était un questionnaire de propension alimentaire (discuté ci-dessous). De plus, le matériel nécessaire à la récolte des urines leur était envoyé par la poste. Dans un second temps, les participants étaient invités à se rendre au CHUV. Ils y rapportaient les échantillons d'urines, procédaient à la prise de sang<sup>9</sup>, aux mesures anthropométriques et répondaient au premier rappel de 24 heures. Le second était réalisé par téléphone deux à six semaines après le premier entretien.

## Mesures anthropométriques et indice de masse corporelle

Le poids des participants a été mesuré au 10<sup>ème</sup> de kg près et la taille au 10<sup>ème</sup> de cm près. Les participants étaient pesés avec des habits légers. Les mesures ont été effectuées selon les recommandations de l'OMS (71). Les outils de mesure étaient une balance Seca 701 (Seca GmbH, Hamburg, Germany) et une toise Seca 213.

---

9

Le taux de 25(OH)D était analysé par chromatographie en phase liquide à haute performance et détecté par ultraviolet-visible

L'indice de masse corporelle (IMC) a été interprété selon les normes éditées par l'OMS pour les enfants et les adolescents (72). Il est standardisé sous forme de z-score pour l'âge en mois qui permet ensuite d'apprécier l'état nutritionnel :

< -3 écart-types :	maigreur sévère
< -2 écart-types :	maigreur
- 1 écart-type à + 1 écart-type :	poids normal
> + 1 écart-type :	surpoids
> + 2 écart-types :	obésité

### Anamnèse alimentaire

Les apports alimentaires ont été évalués par deux diététiciens à l'aide du logiciel GloboDiet® (73,74). Afin d'aider les participants à quantifier leurs consommations, le "Livre photo suisse", élaboré dans le cadre de l'enquête nationale menuCH (75), a été utilisé (76). La doctorante a établi le questionnaire de propension alimentaire, sur la base des recommandations de l'EFSA (77).

### Apport en micronutriments

Les données issues des deux rappels de 24 heures ainsi que les autres caractéristiques de chaque participant ont été exportés par la Dre Chatelan dans un fichier Excel. Toutefois, le logiciel GloboDiet® rapporte uniquement les apports en macronutriments et en calories. Les apports en micronutriments (c.à.d. vitamine D, calcium et phosphore) ont été calculés par l'étudiant Master avant le début de l'analyse des données.

Dans le cadre de ce travail, seuls certains groupes alimentaires ont été analysés pour déterminer les apports en vitamine D, en calcium et en phosphore. Pour se faire, l'étudiant Master a défini les groupes d'aliments prioritaires sur la base du Sixième rapport sur la nutrition en Suisse (8). Les groupes retenus couvrent 90-95% des apports, selon ce même rapport. Des schémas issus de ce rapport sont présentés en annexe (Annexe 3). Le tableau 3 synthétise les différents groupes retenus pour chacun des trois micronutriments. Ainsi sont exclus, les fruits, les pommes de terre, le sucre et le miel. Bien que ce rapport ne mentionne pas les aliments végétaux enrichis en calcium (laits végétaux, yaourts au soja), leur teneur en calcium a également été reportée dans le présent travail.

La teneur en micronutriments des aliments consommés par les participants (valeurs aux 100g) a été reportée depuis la base de données suisse des valeurs nutritives (78). Lorsqu'un aliment n'était pas répertorié dans cette base de données, la base de données française Ciqua a été utilisée (79). Les valeurs nutritives pour l'eau du robinet étaient issues du laboratoire du service de l'eau de la ville de Lausanne.

Puis, les apports ont ensuite été calculés en fonction de la quantité d'aliments consommée. Les apports journaliers en chaque nutriment représentent la moyenne des apports des deux jours de rappels de 24H.

**Tableau 3 : Principaux contributeurs de vitamine D, calcium et phosphore en Suisse selon le Sixième rapport sur la nutrition en Suisse (8)**

Groupe d'aliments	Vitamine D	Calcium	Phosphore
Céréales		X	X
Légumes		X	X
Légumineuses, fruits oléagineux		X	X
Viandes, produits carnés	X		X
Poissons, crustacés	X		X
Œufs	X		X
Lait, produits laitiers	X	X	X
Huiles, graisses	X		
Boissons sans alcool		X	X

#### [Classification des aliments](#)

Le logiciel GloboDiet® comprend déjà une classification des aliments en groupes, sous-groupes et sous-sous-groupes. Cette classification a été modifiée afin de se rapprocher des catégories d'aliments définies par la Société Suisse de Nutrition (80), comme présenté dans l'Annexe 4. Au total, neuf groupes d'aliments sont présentés : les boissons sans alcool ; les légumes ; les féculents ; les produits laitiers et leurs substituts ; les viandes, produits à base de viande et leurs substituts ; les poissons et fruits de mer ; les fruits oléagineux ; les œufs et produits dérivés ; les graisses et huiles.

#### [Compléments alimentaires](#)

La consommation de compléments alimentaires des participants a été reportée. Toutefois, les nutriments qu'ils contenaient n'ont pas été pris en compte dans les rappels de 24 heures.

#### [Questionnaire de propension alimentaire](#)

Dans le cadre de ce travail, seule la fréquence de consommation des produits laitiers, des poissons, des fruits de mer et des aliments fortifiés en vitamine D ont été reportés.

Ces produits fortifiés étaient ; les jus de fruits enrichis ; les laits ou yaourt à boire enrichis ; les biscuits enrichis.

### Biomarqueurs

Il avait été demandé aux participants de venir à jeun. Les biomarqueurs ont uniquement été prélevés chez les enfants âgés de 11 à 18 ans. Les échantillons de sang veineux ont été prélevés par une infirmière. Le taux de 25(OH)D a été analysé par l'Institut Suisse des Vitamines. Les premières urines du matin (spot) ont été récoltées par les participants à leur domicile et apportées au CHUV. Les échantillons d'urine ont été analysés par le laboratoire du CHUV. Dans le présent travail de recherche, seul l'excrétion urinaire de calcium a été utilisée.

### Niveau d'éducation des parents

Le niveau d'éducation des parents a été évalué selon le plus haut niveau de formation atteint par l'un des deux parents. Il a ensuite été classé selon les catégories de la Conférence suisse des directeurs cantonaux et de l'instruction publique (81).

### Saisons

La saison a été définie selon la date de la prise de sang ainsi qu'à l'aide du calendrier des saisons 2017 (82)

### Statistiques descriptives et analyses

Les statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Stata 16.0 (Stata Corp, College Station, USA). Au vu de la taille de l'échantillon et de la faible représentativité de sa population, aucune analyse inférentielle n'a été réalisée.

Les différentes caractéristiques de la population, les principales sources de chaque nutriment ainsi que les réponses aux questionnaires de propension alimentaire ont été présentées à l'aide de pourcentages.

En termes de consommation alimentaire, les adolescents de 11 à 18 ans constituent un groupe plutôt hétérogène. Pour cette raison, leurs apports nutritionnels sont présentés selon deux sous-groupes que sont les 11-14 ans et les 15-18 ans. Compte tenu des distributions anormales que présentent les variables en lien avec les apports nutritionnels, les médianes et quartiles sont présentés.

Au vu des distributions anormales et de la présence d'outliers, les associations entre variables quantitatives continues ont été testées avec la corrélation de Spearman.

L'utilisation de la corrélation de Kendall n'était pas appropriée car il n'y avait pas de valeurs ex-aequo dans l'échantillon.

Le Test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester la différence de médiane du taux de 25(OH)D selon le sexe, le niveau d'éducation des parents et le groupe d'âge, en raison de l'indépendance des échantillons, de leur nombre inférieur à 30 et de leur distribution trop asymétrique.

### Considérations éthiques et financement

Le protocole de l'étude de faisabilité a été approuvé par la Commission cantonale d'éthique de la recherche sur l'être humain du canton de Vaud en février 2017 (Project ID: Nutrition Survey 2016-02170 ). Le consentement éclairé des participants a été recueilli par écrit pour les adolescents ainsi que leur(s) représentant(s) légal(aux). Lorsque les biomarqueurs récoltés présentaient des résultats anormaux, ils étaient présentés à un médecin. Si les résultats indiquaient de potentiels problèmes nutritionnels ou de santé, les représentants légaux des participants étaient informés à moins qu'ils n'aient refusé de recevoir des résultats, dans le formulaire de consentement. Les participants et leurs représentants légaux ont reçu des bons cadeaux, en compensation de leur participation. Cette étude de faisabilité a été entièrement financée par l'OSAV.

## Résultats

### Caractéristiques de la population

L'étude de faisabilité avait recruté 53 participants, dont 29 âgés de 11 à 18 ans (15 garçons et 14 filles). Près de deux tiers des participants ont été recrutés via la Bureau Vaudois d'Adresses. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau 4. Près de 80% des participants présentaient un BMI normal et aucun d'entre eux ne souffrait d'obésité. Tous les participants sont nés en Suisse et leurs parents possédaient un niveau d'éducation élevé.

**Tableau 4 : Caractéristiques de la population**

Variables	
Participants (%)	100 (n=29)
- Garçon	51,7 (n=15)
- Fille	48,3 (n=14)
Age (%)	
- 11-14 ans	48,3 (n=14)
- 15-18 ans	51,7 (n=15)
Catégories de BMI (%)	
- Poids insuffisant	3,4 (n=1)
- Poids normal	79,3 (n=23)
- Surpoids	17,3 (n=5)
- Obésité	0
Pays de naissance (%)	
- Suisse	100 (n=29)
Niveau d'éducation des parents <sup>10</sup> (%)	
- Primaire	0
- Secondaire I	0
- Secondaire II	27,6 (n=8)
- Tertiaire	72,4 (n=21)

### Apports nutritionnels

Chez les 11-14 ans, l'apport médian journalier en vitamine D, calcium et phosphore était respectivement de 1,2 µg, 677 mg et 1020 mg. Chez les 15-18 ans, il était de 0,8 µg, 592 mg et 943 mg. Pour la vitamine D, aucun participant n'atteignait l'apport journalier recommandé, qu'il s'agisse de la recommandation du DACH (20 µg/j) ou de l'OSAV (15 µg/j). Le pourcentage médian d'atteinte des apports recommandés était inférieur à 10 % (6,2 à 8,3 % chez les 11-14 ans et 4,2 à 5,6 % chez les 15-18 ans).

<sup>10</sup> Plus haut degré d'étude atteint par l'un des deux parents

Le participant présentant l'apport moyen le plus élevé était de 5,4 µg/j, ce qui représentait 36 % recommandations de l'OSAV et 27 % de celles du DACH.

Pour le calcium, seuls 3 participants (10,3%) atteignaient les apports recommandés. Le pourcentage médian d'atteinte des apports recommandés était de près de deux tiers (61,4 %) chez les 11-14 ans et d'environ la moitié (49,4 %) chez les 15-18 ans. Pour le phosphore, 9 participants (31%) atteignaient les apports recommandés. Le pourcentage médian d'atteinte des apports recommandés était d'au moins trois quarts dans les deux sous-groupes (81,6% chez les 11-14 ans et 75,4% chez les 15-18 ans). Enfin, le rapport calcium/phosphore médian était d'environ 3/5 (0,61 chez les 11-14 ans et 0,58 chez les 15-18 ans). Les apports nutritionnels des participants et la comparaison avec les recommandations sont présentés dans le tableau 5.

**Tableau 5 : Apports nutritionnels et comparaisons aux recommandations**

Variables	Participants (n=29)	
	11-14 ans (n=14)	15-18 ans (n=15)
Apport calorique (kcal/j)	1940 [1892-2108]	1851 [1478-3244]
Apports en vitamine D (µg/j)	1,2 [0,7-1,9]	0,8 [0,6-1,1]
Apports en calcium (mg/j)	677 [518-845]	592 [345-758]
Apports en phosphore (mg/j)	1020 [780-1379]	943 [652-1362]
Participants qui atteignent les apports recommandés (%)		
- Vitamine D		
20 µg/j (43)	0	0
15 µg/j (14)	0	0
- Calcium		
1100 / 1200 mg/j (43)	7,1 (n=1)	6,7 (n=2)
- Phosphore		
1250 mg/j (43)	35,7 (n=5)	26,7 (n=4)
Proportion des apports recommandés en vitamine D qui sont atteints (%)		
- Selon DACH	6,2 [3,6-9,6]	4,2 [2,8-5,7]
- Selon l'OSAV	8,3 [4,8-12,8]	5,6 [3,8-7,6]
Proportion des apports recommandés en calcium qui sont atteints (%)	61,4 [43,2-76,8]	49,4 [28,7-63,2]
Proportion des apports recommandés en phosphore qui sont atteints (%)	81,6 [62,4-110,3]	75,4 [52,2-108,9]
Rapport Calcium/Phosphore	0,61 [0,58-0,79]	0,58 [0,51-0,83]
Consommation de complément alimentaire (%)		
- 0 complément	85,8 (n=12)	66,7 (n=10)
- 1 complément	7,1 (n=1)	26,7 (n=4)
- 2 compléments	7,1 (n=1)	6,6 (n=1)

Les données correspondent aux médianes et intervalles interquartile ainsi qu'à des pourcentages, lorsque ceux-ci sont indiqués

Près d'un quart (n=7) des participants consommait au moins un complément alimentaire, mais seuls trois participants consommaient des compléments contenant de la vitamine D, comme détaillé dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Compléments consommés par les participants**

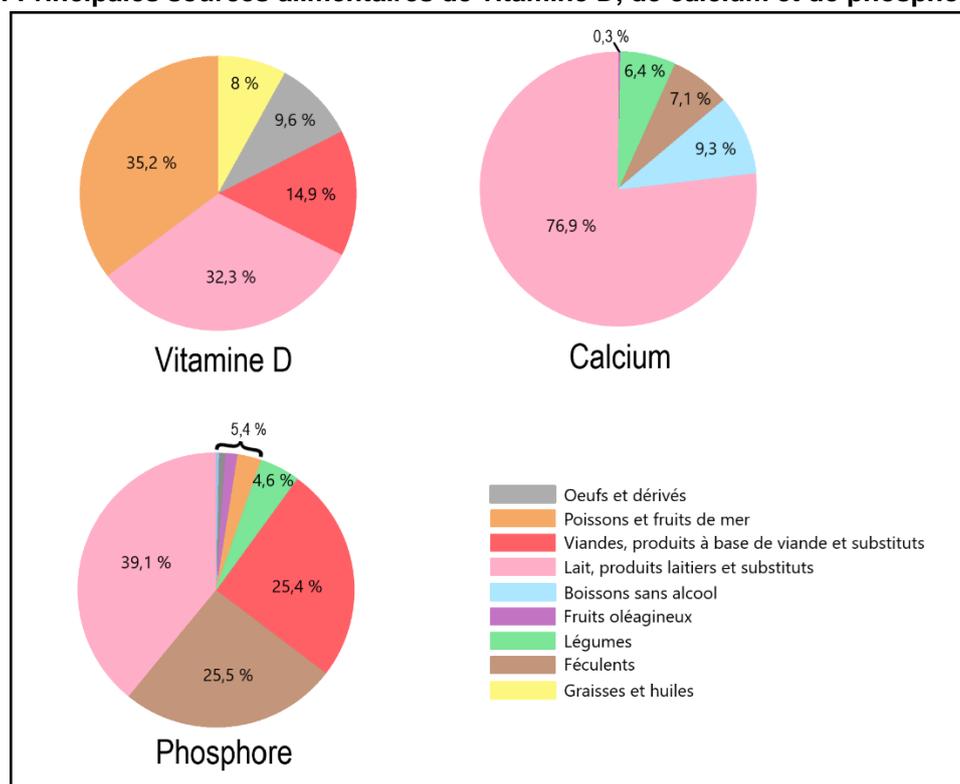
Nom du produit	Vitamine D (µg)	Calcium (mg)	Phosphore (mg)
Abtei, magnésium fort pour la nuit	5	120	-
Bioligo- Préparation d'Oligoéléments 11	-	-	1.2
Maltofer (2 participants)	-	-	-
Nestrovit	6.3	263	293
Vitamine C	-	-	-
Levure de bière / soleil vie	-	250	1000
Magnésium (kneipp)	5	640	-

Les valeurs correspondent aux quantités contenues dans la posologie quotidienne recommandée

### Principales sources de micronutriments

Les principales sources de vitamine D, calcium et phosphore sont présentées dans la figure 2. Les poissons sont la principale source de vitamine D. Couplés aux laitages et leurs substituts, ils fournissent plus de deux tiers des apports en vitamine D. Pour le calcium et le phosphore, ce sont les laitages et leurs substituts qui en sont les sources principales. Ils apportent plus des trois quarts des apports en calcium et plus d'un tiers des apports en phosphore. Les viandes et féculents fournissent la moitié des apports en phosphore.

**Figure 2 : Principales sources alimentaires de vitamine D, de calcium et de phosphore**



### Fréquences de consommation

Les résultats détaillés du questionnaire de propension alimentaire sont présentés en annexe (Annexe 5).

#### Poisson et fruits de mer

Trois quarts des participants (n=22) rapportaient une consommation de poisson et plus de la moitié des participants (n=16) rapportaient consommer des fruits de mer. La majorité des participants (n=15) consommaient ces produits à raison d'une à trois fois par semaine.

#### Produits laitiers

Près de 80% des participants (n=23) rapportaient une consommation de lait et plus de 90% (n=27) en faisaient de même pour les fromages ainsi que les autres laitages<sup>11</sup>. La consommation de verre de lait semblait très variable avec presque autant de participants qui en consommaient 1 verre par jour (n=7) que de participants qui n'en consommaient jamais (n=6).

#### Aliments enrichis en vitamine D

Les participants ayant rapporté une consommation rare ou inexistante d'aliments enrichis étaient minoritaires (n=11). Les jus de fruits enrichis, laits ou yaourt à boire enrichis ainsi que les biscuits enrichis semblaient majoritairement peu consommés avec respectivement 69 % (n=20), 69% et 51,8% (n=15) des participants qui rapportaient une consommation rare ou inexistante.

### Taux de 25(OH)D

Parmi les participants, 5 ont refusé la prise de sang, les données plasmatiques sont donc disponibles pour 24 participants sur les 29 inclus. La plupart des prises de sang avaient eu lieu en été (n=10) ou en automne (n=9). Aucune n'a été réalisée en hiver. Le taux médian de 25(OH)D était de 56,9 nmol/L [48,3-69,8]. Deux tiers des participants présentaient un taux de 25(OH)D suffisant et un tiers présentait un taux insuffisant. Aucun participant ne présentait de carence, comme le présente le tableau 7.

---

<sup>11</sup> Comme des yaourts ou yaourt à boire

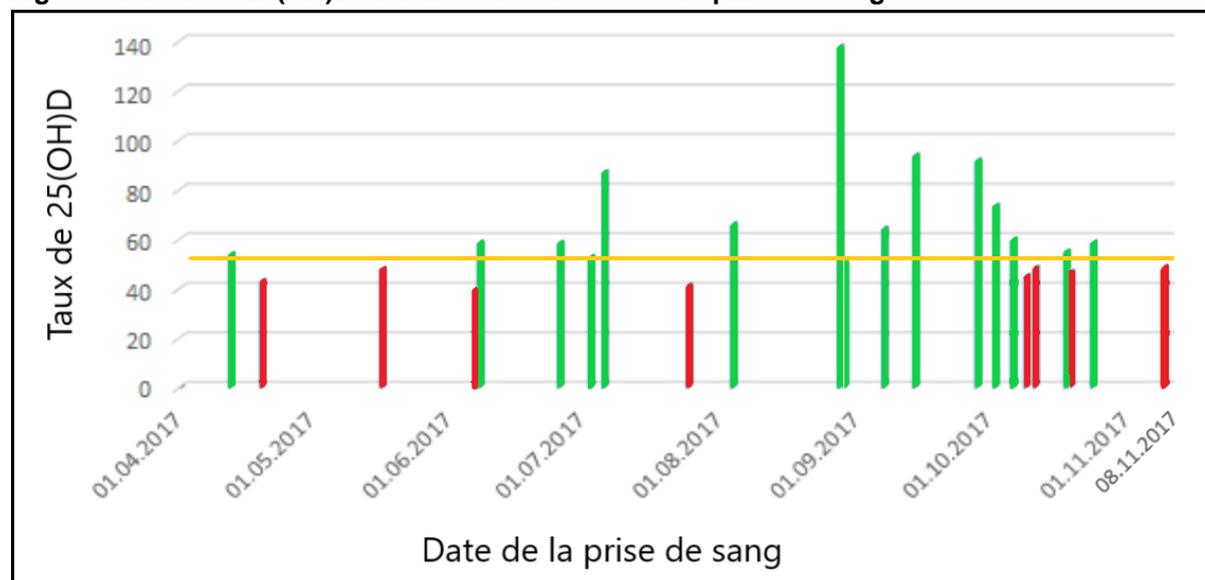
**Tableau 7 : Statuts en vitamine D**

Variables	Participants (n=24)
Saison lors de la prise de sang (%)	
- Printemps	20,8 (n=5)
- Été	41,7 (n=10)
- Automne	37,5 (n=9)
- Hiver	0
Taux de 25(OH)D (nmol/L)	56,9 [48,3-69,8]
Taux de 25(OH)D	
- >50 nmol/L (suffisant)	66,7 (n=16)
- 25-50 nmol/L (insuffisant)	33,3 (n=8)
- <25 nmol/L (carence)	0

Les données correspondent aux médianes et intervalles interquartile ainsi qu'à des pourcentages, lorsque ceux-ci sont indiqués

La figure 3 ci-dessous présente le taux de 25(OH)D en fonction de la date de la prise de sang. Les participants présentant un statut insuffisant sont plus nombreux lorsque la date de la prise de sang s'éloigne de la période estivale. Un des participants testés en juillet présentait un taux de 25(OH)D anormalement haut (518 nmol/L) a été exclu de la figure 2 pour favoriser une meilleure visibilité.

**Figure 3 : Taux de 25(OH)D en fonction de la date de la prise de sang**



En vert : participant avec un statut en vitamine D suffisant

En rouge : participant avec un statut en vitamine D insuffisant

Ligne orange : taux de 50 nmol/L, considéré comme suffisant

### Comparaison des statuts

Plus de la moitié (n=9) des participants présentant un taux de 25(OH)D suffisant ont réalisé leur prise de sang en été. Parmi ceux dont la prise de sang avait été réalisée en été, seul 10% (n=1) présentait un statut en vitamine D insuffisant. Dans le tableau 8, les apports alimentaires du groupe de participants ayant un statut en vitamine D suffisant sont comparés à ceux du

groupe insuffisant. L'apport médian en vitamine D était de 0,8 [0,6-1,2] µg/j dans le groupe avec un taux suffisant et de 1,2 [0,8-2,1] µg/j dans le groupe avec un taux insuffisant.

Deux participants du groupe insuffisant consommaient un complément de vitamine D contre un participant dans le groupe suffisant. A l'exception d'un participant du groupe suffisant, tous rapportaient une consommation de fromages ainsi que d'autres laitages. La fréquence de consommation hebdomadaire de poisson était identique dans les deux groupes (25% en consommaient 1 à 3 fois par semaine) et la non consommation de poisson était quasi identique (12,4 et 12,5 %). Dans le groupe suffisant, 56,3 % des participants rapportaient une consommation de poisson mensuelle de 1 à 3 fois contre 37,5 % chez les insuffisants. Pour la consommation de verre de lait, il y avait davantage de participants qui en consommaient rarement ou jamais dans le groupe suffisant (n=6) que dans le groupe insuffisant (n=0).

**Tableau 8 : Caractéristiques des participants selon leur statut en vitamine D**

Variable	Taux suffisant (n=16)	Taux insuffisant (n=8)
Saison lors de la prise de sang (%)		
- Printemps	12,5 (n=2)	37,5 (n=3)
- Eté	56,3 (n=9)	12,5 (n=1)
- Automne	31,5(n=5)	50 (n=4)
- Hiver	0	0
Apports en vitamine D (µg/j)	0,8 [0,6-1,2]	1,2 [0,8-2,1]
Participant avec un complément de vitamine D (%)	6,3 (n=1)	25 (n=2)
Consommation de fromage (%)		
- Oui	93,8 (n=15)	100
- Non	6,2 (n=1)	0
Consommation de verre de lait (%)		
- 3 verres ou + par jour	6,3 (n=1)	0
- 2 verres par jour	6,3 (n=1)	12,5 (n=1)
- 1 verre par jour	18,8 (n=3)	37,5 (n=3)
- 1 verre tous les deux jours	0	12,5 (n=1)
- 1-3 verres par semaine	18,8 (n=3)	25 (n=2)
- 1-3 verres par mois	12,4 (n=2)	12,5 (n=1)
- Rarement/jamais	37,4 (n=6)	0
Consommation d'autres laitages (%)		
- Oui	93,8 (n=15)	100
- Non	6,2 (n=1)	0
Consommation de portion <sup>1</sup> de poisson ou de fruits de mer (%)		
- 1-3 fois par semaine	25 (n=4)	25 (n=2)
- 1-3 fois par mois	56,3 (n=9)	37,5 (n=3)
- 1-10 fois par an	6,3 (n=1)	25 (n=2)
- Jamais	12,4 (n=2)	12,5 (n=1)

### [Taux de 25\(OH\)D et variables associées](#)

Les associations entre le taux de 25(OH)D et plusieurs variables continues sont présentées dans le tableau 9. Aucune d'entre elles ne s'est révélée être significative. Aucune différence significative n'a été démontrée pour le taux médian de 25(OH)D<sup>12</sup> selon le niveau d'éducation des parents (U = 0,29 ; p =0.7748), le sexe (U = 0,029 ; p=0,9890) ou encore l'âge (U = 0,144 ; p=0,8992). La différence de taux de 25(OH)D en fonction de la saison n'a pas pu être testée car leur variance n'étaient pas égales.

**Tableau 9 : Variables associées aux taux de 25(OH)D**

Associations	Test	p-valeur <sup>1</sup>
25(OH)D et		
- Apports en vitamine D	-0.38 (rho)	0.0653
- Calciurie	0.36 (rho)	0.0785
- BMI	0.21 (rho)	0.3231

<sup>1</sup> Evalué par le test de Spearman

## Discussion

### [Principaux résultats](#)

Dans ce travail, l'apport médian en vitamine D chez des adolescents de 11-14 ans et 15-18 ans était respectivement de 0,8 et 1,2 µg/j. Les participants atteignaient seulement 4,2 à 6,2 % des apports recommandés selon le DACH (20 µg/j) (43) et 5,6 à 8,3 % des apports recommandés selon l'OSAV (15 µg/j) (14). Aucun participant n'atteignait 100% des apports recommandés. Les poissons ainsi que les laitages et leurs substituts fournissaient près de 70% de la vitamine D consommée. Le taux médian de 25(OH)D était de 56,9 nmol/L. Aucun participant ne présentait de carence tandis qu'un tiers avait un statut jugé insuffisant. En été, 90 % des participants testés présentaient un statut suffisant. Les corrélations attendues entre taux de 25(OH)D et d'autres variables telles que l'apport en vitamine D, la calciurie, et le BMI n'ont pas été retrouvées.

### [Retour sur les hypothèses](#)

#### Hypothèse 1 : Apports en vitamine D

Ces résultats montrent que ce n'est pas la plupart mais bien l'ensemble des participants qui présentent des apports inférieurs aux recommandations. Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'étude de Ginty et al. publiée en 2004 (64) et ceux issus des récentes enquêtes alimentaires européennes (62,66).

<sup>12</sup> Ces différences ont été évaluées par le test de Wilcoxon-Man-Whitney

Dans l'étude de Ginty et al., les enfants et adolescents âgés de 11 à 16 ans atteignaient en moyenne 30-60% de l'apport recommandé (5 µg/j à ce moment) (64). En 2015, l'enquête de consommation alimentaire belge estimait l'apport médian en vitamine D chez les enfants de 10-17 ans entre 3 et 3,1<sup>13</sup> µg/j, en l'absence de compléments alimentaires (66). Cette même année en France, l'étude INCA 3 estimait l'apport médian chez les 11-17 ans à 2,6 µg/j (62).

Quelques différences s'observent au niveau des chiffres et s'expliquent en partie par des différences méthodologiques. Si les recommandations en vitamine D issus de l'étude de Ginty et al. avaient été utilisées, les participants issus de la présente étude atteindraient alors 17 à 25 % des recommandations. De plus, les chercheurs de cette étude avaient utilisé un carnet alimentaire de 3 jours pour la récolte des données. Dans l'enquête belge, les apports en vitamine D ont été reportés pour tous les aliments. Ainsi, les pâtisseries, confiseries et condiments (exclus de ce travail) contribuaient tout de même à 13,7 % de l'apport quotidien en vitamine D (66).

Concernant la différence entre les présents résultats et ceux de l'étude de Ginty et al, l'hypothèse selon laquelle les apports ont diminué en 20 ans doit également être envisagée. L'évolution des consommations dans l'enquête belge, en comparaison du précédent rapport, n'a pas pu être évaluée en raison de changements méthodologiques (66). Il en est de même pour l'étude INCA 3 (62).

Les faibles apports en vitamine D et leur faible contribution aux recommandations nutritionnelles (du DACH ou de l'OSAV) s'expliquent notamment par la difficulté de mettre en pratique ces recommandations. La Société Suisse de Nutrition indique que la dose quotidienne de 15 µg est contenue dans 180g de saumon, 360g de thon frais ou encore 10 œufs (83).

Il est à noter que toutes ces données sont probablement inférieures aux consommations réelles. Dans l'étude de Ginty et al., 15 % des garçons et 26 % des filles étaient soupçonnés de sous-report (64). Dans l'étude INCA 3, le taux de sous-déclarant chez les 11-17 ans était estimé entre 23-34 % (62). Il était négativement corrélé au niveau d'éducation du représentant légal. Les sur-reporteurs étaient plus rares, estimés à 2,2% chez les 1-17 ans (62).

## Hypothèse 2 : Taux sanguin de vitamine D

Ces résultats ont invalidé l'hypothèse selon laquelle la plupart des participants présenteraient un taux inférieur aux normes proposées, toutefois un tiers d'entre eux avait un taux insuffisant. Le taux médian de vitamine D était de 56,9 nmol/L [48,3-69,8].

---

<sup>13</sup> Une fourchette est présentée ici et pour les autres données nutritionnelles belges car les apports ont été rapporté pour les 10-13 ans puis les 14-17 ans.

Ces résultats sont difficilement comparables avec la précédente étude vaudoise de Ginty et al dans laquelle 15-17 % des participants avaient un taux insuffisant. La récolte de données avait eu lieu entre septembre et mars tandis qu'elle a eu lieu entre avril et novembre dans la présente étude. Dans l'article, seuls les taux moyens et non médians sont présentés<sup>14</sup>. La norme utilisée pour définir une carence était un taux inférieur à 30 nmol/L contre 25 nmol/L dans le présent travail. Toutefois, les résultats de la présente étude peuvent être comparés à d'autres pays européens.

En 2014, une étude italienne observait que le taux médian de 25(OH)D chez les 10-21 ans était de 47,6 nmol/L entre avril et juin et de 63,7 nmol/L entre juillet et septembre (69). Dans la présente étude, les taux médians pour ces mêmes périodes étaient respectivement de 51 nmol/L et 76,6 nmol/L. Toujours en Italie et pour ces mêmes périodes, le pourcentage de participants présentant un taux inférieur à 50 nmol/L<sup>15</sup> était respectivement de 57,3 et 33,9 %. Dans la présente étude, il était respectivement de 50 et 10%.

Cette même année en Angleterre, l'enquête nationale<sup>16</sup> sur l'alimentation et la nutrition rapportait les taux médians de 25(OH)D chez les 11-18 ans. Il était de 41,2 nmol/L entre avril et juin et de 50,3 nmol/L entre juillet et septembre (84). Le pourcentage de participants présentant un taux inférieur à 25 nmol/L était respectivement de 12,7 % et 13,4 %. Les participants présentant un taux inférieur à 50 nmol/L n'étaient pas présentés.

Les taux médians pour avril-juin et juillet-septembre du présent travail sont plus proches des résultats italiens que des résultats anglais. Toutefois, la tendance à retrouver des taux plus faibles entre avril et juin se retrouve également dans cette dernière.

Quelques différences s'observent au niveau des chiffres et s'expliquent en partie par des différences géographiques. Les latitudes de la ville de Lausanne et de Pise (étude italienne) sont respectivement de 46° 31' 16" N et 43° 43' 00" N. Comme les participants de l'enquête anglaise étaient issus de l'ensemble du Royaume Uni, il n'est pas possible de définir une latitude précise pour cette enquête. Toutefois, l'ensemble de l'île de Grande-Bretagne<sup>17</sup> se situe entre les latitudes 49° 57' 32" N et 58° 25' 00" N. Les autres conditions d'ensoleillement telles que la présence de nuages, la pollution atmosphérique, le brouillard ou encore l'altitude pourraient avoir variés dans ces différentes régions.

---

<sup>14</sup> Dans un échantillon de 196 personnes, la moyenne et la médiane devraient être très proches, à la différence du présent travail. Or, dans l'article de Ginty et al., elles sont présentées par sexe et par groupe d'âge soit des groupes d'environ 20-25 personnes. Les médianes sont donc probablement inférieures aux moyennes, qui ne peuvent être comparés à la présente étude.

<sup>15</sup> Y compris ceux présentant un taux inférieur à 25 nmol/L

<sup>16</sup> Nommée ainsi mais dont les participants étaient issus de l'ensemble du Royaume-Uni

Certaines différences méthodologiques peuvent également être à l'origine de ces différences. La manière dont le taux de 25(OH)D est déterminé varie entre les études. Dans une étude publiée en 2012, qui avait comparé deux méthodes de mesure, le biais moyen était de 12,5 nmol/L (85). Bien qu'il existe aujourd'hui des protocoles standardisés ainsi qu'un gold standard de mesure<sup>18</sup> (30,86), les résultats issus d'études plus anciennes pourraient être issus d'une autre méthode. De plus, comme expliqué précédemment, plusieurs organismes ont proposé des normes différentes pour évaluer le statut en vitamine D d'un individu. Toutefois, il est à noter que la présente étude semble être la seule à ne rapporter aucun individu souffrant d'une carence. Cette constatation est valable même si l'on se réfère à une limite de 30 nmol/L plutôt que de 25 nmol/L. Elle est probablement dû au hasard et à la taille de l'échantillon.

### Hypothèse 3 : Principales sources de vitamines D

Ces résultats indiquent que les poissons (35,2 %) ainsi que les laitages et leurs substituts (32,3 %) suivis par les viandes et leurs substituts (14,9 %), les œufs (9,6%) et les graisses (8%) sont les principales sources de vitamine D. Ils diffèrent quelque peu des autres données de la littérature.

Le 6<sup>ème</sup> rapport sur la nutrition rapportait les « Huiles et graisses » comme principales sources de vitamine D (25,8%) suivi par les laitages et les poissons et crustacés (8).

Dans l'enquête nationale belge, ce sont les viandes et leurs substituts qui sont la principale source de vitamine D tandis que les poissons et crustacés ne contribuent qu'à 4,9-7% des apports (66). Les laitages se retrouvent également en 2<sup>ème</sup> position.

L'étude INCA 3 rapportait les laitages comme principales sources de vitamines D (40%) suivi par le groupe « Viande-Poissons-Œufs » (62).

Une fois encore, ces différences s'expliquent en partie par des différences méthodologiques. Le 6<sup>ème</sup> rapport sur la nutrition en Suisse ne rapporte pas les consommations individuelles mais l'utilisation des denrées au niveau national, qui est ensuite divisée par le nombre d'habitants. La méthode utilisée dans la présente étude est donc bien plus adéquate pour déterminer les principales sources alimentaires des différents micronutriments.

L'enquête nationale belge a rapporté les apports en vitamine D pour l'ensemble des aliments. De plus, les compléments alimentaires ont aussi été considérés dans la contribution totale aux apports en vitamine D. Toutes ces études ont utilisé une méthode différente pour catégoriser les différents aliments. Dans l'étude INCA 3, les viandes, poissons et œufs forment un seul groupe tandis qu'ils en forment trois dans la présente étude.

---

<sup>18</sup> La chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse

L'hypothèse liée aux différences culturelles, qui expliquerait pourquoi la viande est la principale source de vitamine D en Belgique plutôt que le poisson, reste à explorer. L'étude menuCH et l'enquête nationale belge rapportaient des consommations quotidiennes de viande et de poisson très similaires, dans la population adulte<sup>19</sup> (75) (66). La différence pourrait alors résider dans le type de viandes et de poissons consommés.

### [Retour sur le calcium et le phosphore](#)

Dans le présent travail, l'apport médian en calcium était de 592-677 mg/j. Les principales sources dont il était issu étaient les laitages et substituts (76,9%) suivi par les boissons sans sucres et sans alcool (9,3 %) ainsi que les féculents (7,1 %). Pour le phosphore, l'apport médian était de 943-1020 mg. Les principales sources dont il était issu étaient les laitages (39,1%), les féculents (25,5 %) et la viande (25,4 %).

Les apports en calcium reportés dans la présente étude étaient inférieurs<sup>20</sup> en comparaison des autres enquêtes alimentaires (62,64,66) tandis que ceux en phosphore étaient assez similaires (62,64)<sup>21</sup>.

L'étude de Ginty et al. n'avait pas investigué les sources alimentaires des nutriments. Dans l'étude INCA 3 et l'enquête belge, les laitages et leurs substituts avaient également été identifiés comme la principale source de calcium, mais plutôt à hauteur de 50 % (66) (62). Les autres sources principales étaient identiques à la présente étude dans l'enquête belge tandis que dans l'étude INCA 3, le groupe « sandwichs, pizzas, tartes, pâtisseries et biscuits salés » était la seconde source de calcium. Ni l'étude INCA 3 ni l'étude belge n'ont reporté les sources alimentaires de phosphore.

### [Retour sur la comparaison des statuts](#)

La principale différence entre les individus présentant un taux suffisant et ceux présentant un taux insuffisant semble être la saison. Neuf des dix individus testés en été présentaient un statut suffisant. De plus la moitié des individus présentant un statut suffisant avaient été testés en été. La prévalence de participants consommant un complément de vitamine D, du fromage et d'autres laitages ainsi que les apports en vitamine D ne semblait pas plus élevée dans le groupe suffisant. Seule la fréquence de consommation mensuelle de poissons et fruits de mer était plus élevée dans le groupe suffisant.

---

<sup>19</sup> menuCH : 111g de viande et 21g de poisson par jour chez les 18-75 ans

Étude belge : 115-116g de viande et 21-29g de poisson chez les 18-64 ans

<sup>20</sup> 791-856 mg/j pour Ginty et al, 856,8 mg/j dans INCA 3 et 691-698 mg/j dans l'enquête belge

<sup>21</sup> 999-1020 mg/j pour Ginty et al, 1153 mg/j dans INCA 3 et non investigué dans l'enquête belge

Ces résultats semblent cohérents avec les précédentes études qui indiquent qu'un statut suffisant est atteignable pour la grande majorité de la population suisse durant la période estivale (5).

L'étude nationale anglaise avait également reporté des variations saisonnières du taux de 25(OH)D. Il était en moyenne le plus élevé entre juillet et septembre et le plus faible entre janvier et mars (84). Toutefois, contrairement aux autres groupes, la plus faible proportion d'individus présentant un taux inférieur à 25 nmol/L chez les 11-18 ans n'était pas retrouvée entre juillet et septembre mais entre avril et juin.

Concernant les associations testées entre taux de 25(OH)D et plusieurs autres variables, aucune de celles qui n'avaient été recensées dans la littérature n'a été retrouvée dans la présente étude. Ces résultats sont probablement liés à la faible taille de l'échantillon.

### Forces et limites

Ce travail présente plusieurs avantages et inconvénients qui méritent d'être soulevés.

#### Forces

Ce travail est le premier à rapporter les principales sources alimentaires de vitamine D, de calcium et de phosphore, dans la population pédiatrique en Suisse. Il est également une mise à jour des données concernant les apports en ces trois nutriments ainsi que le statut en vitamine D dans cette population. L'échantillon présentait une quasi parité homme-femme. L'anamnèse alimentaire comprenait un questionnaire de propension alimentaire en plus des deux rappels de 24 heures. Ainsi, la consommation plus occasionnelle de certains aliments comme le poisson, que les rappels de 24h risquaient de manquer, était évaluée par ce questionnaire. Le logiciel GloboDiet® est un outil dont l'efficacité a été validée (74) (73).

#### Limites

La principale limite de ce travail est le faible nombre de participants. Ils étaient moins de 30 tandis que les échantillons issus des enquêtes alimentaires française et belge en comptaient près de 1000 (62,66). De plus, l'étude utilisée dans le présent travail se limite à la période située entre avril et novembre. Or, les consommations alimentaires en Suisse varient selon les saisons (87). L'étude INCA 3 rapportait par exemple une consommation de poisson plus fréquente au printemps (50 % des participants) qu'en été (28% des participants) chez les 0-17 ans (62). Il en est de même pour le statut en vitamine D, principalement pour des raisons d'ensoleillement (5). Si l'étude avait été menée entre décembre et mars, les participants présentant un taux insuffisant ou même carencé auraient vraisemblablement été plus nombreux.

L'échantillon comporte uniquement des enfants lausannois et n'inclut pas les enfants âgés de moins de 11 ans. Il ne peut donc pas être considéré comme représentatif de la population pédiatrique suisse. Ce choix était avant tout lié à des raisons logistiques, compte tenu des ressources disponibles dans le cadre de ce travail de Master, elles-mêmes limitées par les données à disposition dans l'étude de faisabilité. De plus, la répartition des participants selon leur BMI ne correspond pas exactement aux statistiques nationales. En Suisse, on estime que 4,1% des enfants et adolescents souffrent d'obésité (88) contre 0 % dans la présente étude. Les aliments d'intérêt sélectionnés pour chaque nutriment couvrant entre 90-95% des apports l'ont été à l'aide du 6<sup>ème</sup> rapport sur la nutrition en Suisse (8). Or, ce dernier ne rapporte pas les consommations individuelles mais l'utilisation<sup>22</sup> des denrées alimentaires au niveau national, qui est ensuite divisée par le nombre d'habitants. Autrement dit, il s'agit de statistiques agricoles qui supposent une utilisation des denrées alimentaires identique pour l'ensemble de la population. De plus, ce rapport ne comprenait pas certains groupes d'aliments comme les mets gras et sucrés. Bien que la consommation et le type de compléments alimentaires aient été rapportés, leur contribution nutritionnelle n'a pas été intégrée aux rappels de 24h. Toutefois, seuls trois participants ont reporté avoir consommé des compléments contenant de la vitamine D, le risque de sous-estimation des apports en vitamine semble donc relativement faible. Enfin, les participants ont été dédommagés avec des bons cadeaux et un feedback sur leurs analyses biologiques, ce qui a pu entraîner un biais de sélection.

### Implications et recommandations pour la pratique du/de la diététicien-ne

#### En clinique :

Durant l'anamnèse alimentaire, les enfants et adolescents présentant des consommations importantes de poissons et de laitages auront vraisemblablement des apports en vitamine D plus importants que les autres, en l'absence de supplémentation. Les résultats de cette étude suggèrent toutefois qu'il ne sera pas possible d'utiliser ces données pour prédire leur statut en vitamine D. Pour cela, d'autres recherches menées sur de plus grands échantillons sont nécessaires. La présence d'une supplémentation durant la période hivernale et chez les individus à risque d'un statut carencé devrait être évaluée.

---

<sup>22</sup> Utilisation = Production ± Variation des stocks- Export + Import

### En santé publique :

L'ensemble de ce travail devrait permettre une réflexion quant aux recommandations de santé publique. Les apports en vitamine D reportés dans cette étude ainsi qu'à l'internationale démontrent que l'atteinte des recommandations nutritionnelles par l'unique biais de l'alimentation est pratiquement impossible (12). De plus, les conditions météorologique hivernales ne permettent pas une synthèse optimale de vitamine D (5). Ainsi, en l'absence d'une supplémentation, le risque d'un statut insuffisant voir carencé semble particulièrement accru durant cette période (5,25). La liste des individus considérés à risque par l'OSAV pourrait également être revue et augmentée.

### En recherche :

Compte tenu des différences liés à l'alimentation (75) ainsi qu'à l'exposition au soleil (5), dans la population suisse, un échantillon issu des trois régions linguistiques serait davantage représentatif de l'ensemble de cette population. Il devrait également comporter des enfants âgés de 0-10 ans afin d'inclure l'ensemble de la population pédiatrique. La période de recueil de données devrait comprendre l'hiver afin de couvrir l'année dans sa totalité, car les apports mais surtout l'exposition au soleil varient grandement selon les saisons.

Afin de faciliter les comparaisons des données suisses aux autres pays européens, la méthode de récolte des données ainsi que la classification des aliments devraient se baser sur les recommandations de l'EFSA (77). Pour déterminer l'apport exact en vitamine D, toutes les sources alimentaires y compris les compléments, devraient être pris en compte. Lors de l'analyse des données, les individus supplémentés et les non supplémentés devraient être distingués. Les statuts en vitamine D devraient être comparés en fonction des saisons ainsi qu'entre régions.

## Conclusion

Ce travail est le premier à rapporter à la fois des données concernant les apports en vitamine D, ses principales sources alimentaires ainsi que son statut dans la population pédiatrique lausannoise. Il atteste d'apports en vitamine D bas ne couvrant qu'une faible partie des recommandations nutritionnelles, avec des apports qui proviennent essentiellement du poisson et des laitages. Même hors période hivernale, un participant sur trois présentait un statut en vitamine D insuffisant. En été, un taux suffisant semblait toutefois atteignable pour la plupart des participants. D'autres recherches sont nécessaires pour faire état de la situation pédiatrique en Suisse. Elles devront intégrer les enfants de tous les âges, couvrir les trois régions linguistiques, différentes zones géographiques et se dérouler durant une année entière au moins.

## Références

1. Boot AM, de Ridder MAJ, van der Sluis IM, van Slobbe I, Krenning EP, Keizer-Schrama SMPF de M. Peak bone mineral density, lean body mass and fractures. *Bone*. 2010;46(2):336-41.
2. Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(6):1678S-88S.
3. Manson JE, Brannon PM, Rosen CJ, Taylor CL. Vitamin D Deficiency - Is There Really a Pandemic? *N Engl J Med*. 2016;375(19):1817-20.
4. Engelsen O. The Relationship between Ultraviolet Radiation Exposure and Vitamin D Status. *Nutrients*. 2010;2(5):482-95.
5. Religi A, Backes C, Chatelan A, Bulliard J-L, Vuilleumier L, Mocozet L, et al. Estimation of exposure durations for vitamin D production and sunburn risk in Switzerland. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2019;29(6):742-52.
6. Cashman KD, Dowling KG, Škrabáková Z, Gonzalez-Gross M, Valtueña J, De Henauw S, et al. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *Am J Clin Nutr*. 2016;103(4):1033-44.
7. Guessous I, Dudler V, Glatz N, Theler JM, Zoller O, Paccaud F, et al. Vitamin D levels and associated factors: a population-based study in Switzerland. *Swiss Med Wkly*. 2012;142:0.
8. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. 6e rapport sur la nutrition en Suisse [En ligne]. Berne: Confédération Suisse; 2012 [consulté le 17 mai 2020]. Disponible: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/publikationen-und-forschung/statistik-und-berichte-ernaehrung.html>
9. Vidailhet M, Mallet E, Bocquet A, Bresson J-L, Briend A, Chouraqui J-P, et al. Vitamin D: still a topical matter in children and adolescents. A position paper by the Committee on Nutrition of the French Society of Paediatrics. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2012;19(3):316-28.
10. British Dietetic Association. Vitamin D : Food Fact Sheet [En ligne]. Birmingham:BDA; 2019 [consulté le 4 juillet 2020]. Disponible: <https://www.bda.uk.com/resource/vitamin-d.html>
11. National Osteoporosis Society. Vitamin D and Bone Health: A Practical Clinical Guideline for Patient Management in Children and Young People [En ligne]. (S.I):NOS; 2018 [consulté le 4 juill 2020]. Disponible: <https://theros.org.uk/media/54vpzzaa/ros-vitamin-d-and-bone-health-in-children-november-2018.pdf>
12. Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi T, Domellof M, Fewtrell M, et al. Vitamin D in the Healthy European Paediatric Population. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2013;56(6):692-701.
13. Reinehr T, Schnabel D, Wabitsch M, Bechtold-Dalla Pozza S, Bühner C, Heidtmann B, et al. Vitamin D supplementation after the second year of life: joint position of the Committee on Nutrition, German Society for Pediatric and Adolescent Medicine (DGKJ e.V.), and the German Society for Pediatric Endocrinology and Diabetology (DGKED e.V.). *Mol Cell Pediatr*. 2019;6(1):3.

14. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Besoins en nutriments [En ligne]. Berne: Confédération Suisse; 2017 [consulté le 19 mai 2020]. Disponible: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/ernaehrung/empfehlungen-informationen/naehrstoffe/hauptnaehrstoffe.html>
15. Tripkovic L, Lambert H, Hart K, Smith CP, Bucca G, Penson S, et al. Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012;95(6):1357-64.
16. Holick MF, Biancuzzo RM, Chen TC, Klein EK, Young A, Bibuld D, et al. Vitamin D2 Is as Effective as Vitamin D3 in Maintaining Circulating Concentrations of 25-Hydroxyvitamin D. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(3):677-81.
17. Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR. *Modern nutrition in health and disease: Eleventh edition.* 2012. 1 p.
18. Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, Neuwersch-Sommeregger S, Köstenberger M, Berisha AT, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr.* 2020;1-16.
19. Holick MF. *Vitamin D: Physiology, Molecular Biology, and Clinical Applications 2<sup>e</sup> éd.* Totowa: Humana Press; 2010
20. Haddad JG, Hahn TJ. Natural and Synthetic Sources of Circulating 25-Hydroxyvitamin D in Man. *Nature.* 1973;244(5417):515-7.
21. Cardwell G, Bornman JF, James AP, Black LJ. A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients.* 2018;10(10):1498
22. van Schoor N, Lips P. Chapter 59 - Worldwide Vitamin D Status. In: Feldman D. *Vitamin D (Fourth Edition).* Cambridge: Academic Press; 2018. p. 15-40.
23. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* Washington (DC): National Academies Press (US); 2011
24. Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-Solberg PF, Kappy M, Drug and Therapeutics Committee of the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics.* 2008;122(2):398-417.
25. Quack Lötscher KC, L'Allemand D, Bischoff-Ferrari HA, Burckhardt P. Vitamin D deficiency: Evidence, safety, and recommendations for the Swiss population. 2012
26. Lips P. Which circulating level of 25-hydroxyvitamin D is appropriate? *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2004;89-90:611-4.
27. Barrea L, Savastano S, Di Somma C, Savanelli MC, Nappi F, Albanese L, et al. Low serum vitamin D-status, air pollution and obesity: A dangerous liaison. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017;18(2):207-14.
28. Holick MF. McCollum Award Lecture, 1994: Vitamin D—new horizons for the 21st century. *Am J Clin Nutr.* 1994;60(4):619-30.

29. Whitney EN, Piché LA, Rolfes SR, Hammond G. Understanding Nutrition. Nelson Education Limited; 2015. 896 p.
30. Holick MF. Chapter 4 - Photobiology of Vitamin D. In: Feldman D. Vitamin D (Fourth Edition). Cambridge: Academic Press; 2018. p. 45-55.
31. Faurschou A, Beyer DM, Schmedes A, Bogh MK, Philipsen PA, Wulf HC. The relation between sunscreen layer thickness and vitamin D production after ultraviolet B exposure: a randomized clinical trial. *Br J Dermatol*. 2012;167(2):391-5.
32. Fu Z, Xu C, Shu Y, Xie Z, Lu C, Mo X. Serum 25-hydroxyvitamin D is associated with obesity and metabolic parameters in US children. *Public Health Nutr*. 2020;23(7):1214-22.
33. El-Hajj Fuleihan G, Nabulsi M, Choucair M, Salamoun M, Hajj Shahine C, Kizirian A, et al. Hypovitaminosis D in healthy schoolchildren. *Pediatrics*. 2001;107(4):E53.
34. Coxam V, Davicco M, Wittrant Y. Vitamine D et santé osseuse. *Cah Nutr Diététique*. 2014;49(6):260-6.
35. Kalkwarf HJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield S, Shepherd JA, Hangartner TN, et al. Tracking of Bone Mass and Density during Childhood and Adolescence. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(4):1690-8.
36. Luiza Loro M, Sayre J, Roe TF, Goran MI, Kaufman FR, Gilsanz V. Early Identification of Children Predisposed to Low Peak Bone Mass and Osteoporosis Later in Life. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000;85(10):3908-18.
37. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int*. 2016;27(4):1281-386.
38. Morris HA. Vitamin D Activities for Health Outcomes. *Ann Lab Med*. 2014;34(3):181-6.
39. Baeke F, Takiishi T, Korf H, Gysemans C, Mathieu C. Vitamin D: modulator of the immune system. *Curr Opin Pharmacol*. 2010;10(4):482-96.
40. Dietary reference values for vitamin D. *EFSA J*. 2016;14(10):e04547.
41. Nordic cooperation. Nordic Nutrition Recommendations 2012 [En ligne]. Copenhagen: Norden Hus; 2012 [consulté le 24 novembre 2020]. Disponible: <https://www.norden.org/en/publication/nordic-nutrition-recommendations-2012>
42. Società Italiana di Nutrizione Umana. VITAMINE – Fabbisogno medio (AR) [En ligne]. Milan: SINU; 2014 [consulté le 24 novembre 2020]. Disponible: <https://sinu.it/2019/07/09/vitamine-fabbisogno-medio-ar/>
43. Société Suisse de Nutrition. Valeurs de référence DACH [En ligne]. Berne:SSN; 2015 [consulté le 15 avril 2020]. Disponible: <http://www.sge-ssn.ch/fr/science-et-recherche/denrees-alimentaires-et-nutriments/recommandations-nutritionnelles/valeurs-de-reference-dach/>

44. Scientific Advisory Committee on Nutrition. SACN vitamin D and health report [En ligne]. Londres:SACN; 2016 [consulté le 24 novembre 2020]. Disponible: <https://www.gov.uk/government/publications/sacn-vitamin-d-and-health-report>
45. Conseil Supérieur de la Santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016 [En ligne]. Bruxelles:CSS; 2016 [consulté le 24 novembre 2020]. Disponible: <https://www.health.belgium.be/fr/avis-9285-recommandations-nutritionnelles-pour-la-belgique-2016>
46. Wagner CL, Greer FR. Prevention of Rickets and Vitamin D Deficiency in Infants, Children, and Adolescents. *Pediatrics*. 2008;122(5):1142-52.
47. Lehtonen-Veromaa MKM, Möttönen TT, Nuotio IO, Irjala KMA, Leino AE, Viikari JSA. Vitamin D and attainment of peak bone mass among peripubertal Finnish girls: a 3-y prospective study. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(6):1446-53.
48. Välimäki V-V, Alftan H, Lehmuskallio E, Löyttyniemi E, Sahi T, Stenman U-H, et al. Vitamin D status as a determinant of peak bone mass in young Finnish men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(1):76-80.
49. Martineau AR, Cates CJ, Urashima M, Jensen M, Griffiths AP, Nurmatov U, et al. Vitamin D for the management of asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;(9).
50. Zipitis CS, Akobeng AK. Vitamin D supplementation in early childhood and risk of type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child*. 2008;93(6):512-7.
51. Munns CF, Shaw N, Kiely M, Specker BL, Thacher TD, Ozono K, et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(2):394-415.
52. Winzenberg T, Powell S, Shaw KA, Jones G. Effects of vitamin D supplementation on bone density in healthy children: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2011;342:c7254.
53. Yakoob MY, Salam RA, Khan FR, Bhutta ZA. Vitamin D supplementation for preventing infections in children under five years of age. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 9;11(11):CD008824.
54. Urashima M, Segawa T, Okazaki M, Kurihara M, Wada Y, Ida H. Randomized trial of vitamin D supplementation to prevent seasonal influenza A in schoolchildren. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(5):1255-60.
55. Hyppönen E, Sovio U, Wjst M, Patel S, Pekkanen J, Hartikainen A-L, et al. Infant vitamin d supplementation and allergic conditions in adulthood: northern Finland birth cohort 1966. *Ann N Y Acad Sci*. 2004;1037:84-95.
56. Aglipay M, Birken CS, Parkin PC, Loeb MB, Thorpe K, Chen Y, et al. Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA*. 2017;318(3):245-54.
57. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Carence en vitamine D : preuves scientifiques, sécurité et recommandations pour la population suisse [En ligne]. Berne:OSAV; 2012 [consulté le 20 septembre 2020]; Disponible: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/das-blv/organisation/kommissionen/EEK/vitamin-d-mangel.html>

58. Simon AE, Ahrens KA. Adherence to Vitamin D Intake Guidelines in the United States. *Pediatrics*. 2020;145(6).
59. Syrad H, Llewellyn CH, van Jaarsveld CHM, Johnson L, Jebb SA, Wardle J. Energy and nutrient intakes of young children in the UK: findings from the Gemini twin cohort. *Br J Nutr*. 2016;115(10):1843-50.
60. Moyersoen I, Devleesschauwer B, Dekkers A, de Ridder K, Tafforeau J, van Camp J, et al. Intake of Fat-Soluble Vitamins in the Belgian Population: Adequacy and Contribution of Foods, Fortified Foods and Supplements. *Nutrients*. 2017;9(8).
61. Sichert-Hellert W, Wenz G, Kersting M. Vitamin Intakes from Supplements and Fortified Food in German Children and Adolescents: Results from the DONALD Study. *J Nutr*. 2006;136(5):1329-33.
62. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. INCA 3 : Evolution des habitudes et modes de consommation, de nouveaux enjeux en matière de sécurité sanitaire et de nutrition [En ligne]. 2017 [consulté le 18 septembre 2020]. Disponible: <https://www.anses.fr/fr/content/inca-3-evolution-des-habitudes-et-modes-de-consommation-de-nouveaux-enjeux-en-mati%C3%A8re-de>
63. Ambroise M. Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3<sup>e</sup> édition. Paris: Lavoisier; 2001
64. Ginty F, Cavadini C, Michaud P-A, Burckhardt P, Baumgartner M, Mishra G-D, et al. Effects of usual nutrient intake and vitamin D status on markers of bone turnover in Swiss adolescents. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58(9):1257-65.
65. Suggs LS, Della Bella S, Marques-Vidal P. Low adherence of Swiss children to national dietary guidelines. *Prev Med Rep*. 2016;3:244-9.
66. Institut scientifique de santé publique. Enquête de consommation alimentaire 2014-2015 [En ligne]. Bruxelles; 2017 [consulté le 27 novembre 2020]. Disponible: <https://fcs.wiv-isp.be/fr/SitePages/R%C3%A9sultats.aspx>
67. González-Gross M, Valtueña J, Breidenassel C, Moreno LA, Ferrari M, Kersting M, et al. Vitamin D status among adolescents in Europe: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr*. 2012;107(5):755-64.
68. Mallet E, Gaudelus J, Reinert P, Stagnara J, Bénichou J, Basuyau J-P, et al. Statut en vitamine D des enfants de 6 à 10ans : étude nationale multicentrique chez 326 enfants. *Arch Pédiatrie*. 2014;21(10):1106-14.
69. Vierucci F, Del Pistoia M, Fanos M, Erba P, Saggese G. Prevalence of hypovitaminosis D and predictors of vitamin D status in Italian healthy adolescents. *Ital J Pediatr*. 2014;40:54.
70. Chatelan A, Bochud M. Lessons learnt about a feasibility study among children and adolescents aged 3 to 17 years to prepare the next national nutrition survey.
71. Organisation mondiale de la santé. MONICA Manual, Part III, Section 1: Population Survey Data Component [En ligne]. (s.l.): OMS; 1997 [consulté le 20 avril 2020]. Disponible: <https://www.thl.fi/publications/monica/manual/part3/iii-1.htm#s4-6>

72. Normes BMI OMS [Internet]. [cité 18 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/toolkits/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>
73. Crispim SP, de Vries JHM, Geelen A, Souverein OW, Hulshof PJM, Lafay L, et al. Two non-consecutive 24 h recalls using EPIC-Soft software are sufficiently valid for comparing protein and potassium intake between five European centres--results from the European Food Consumption Validation (EFCOVAL) study. *Br J Nutr.* 2011;105(3):447-58.
74. Slimani N, Casagrande C, Nicolas G, Freisling H, Huybrechts I, Ocké MC, et al. The standardized computerized 24-h dietary recall method EPIC-Soft adapted for pan-European dietary monitoring. *Eur J Clin Nutr.* 2011;65 Suppl 1:S5-15.
75. Chatelan A, Beer-Borst S, Randriamiharisoa A, Pasquier J, Blanco JM, Siegenthaler S, et al. Major Differences in Diet across Three Linguistic Regions of Switzerland: Results from the First National Nutrition Survey menuCH. *Nutrients.* 2017;9(11).
76. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Fotobuch menuCH [En ligne]. Berne: Confédération Suisse; 2020 [consulté le 20 avril 2020]. Disponible: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:W5vF-jd200AJ:https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/ernaehrung/menuch-fotobuch.pdf.download.pdf/fotobuch-menuch.pdf+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=ch&client=firefox-b-d>
77. Guidance on the EU Menu methodology. *EFSA J.* 2014;12(12):3944.
78. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Base de données suisse des valeurs nutritives [En ligne]. Berne: Confédération Suisse; 2020. Disponible: <https://www.valeursnutritives.ch/fr/>
79. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Ciqual - Table de composition nutritionnelle des aliments [En ligne]. Maisons-Alfort Cedex: ANSES; 2020. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/>
80. Société Suisse de Nutrition. Pyramide alimentaire [En ligne]. Berne:SSN; 2015 [consulté le 15 avril 2020]. Disponible : <http://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/equilibre-alimentaire/pyramide-alimentaire-suisse/>
81. Conférence suisse des directeurs cantonaux et de l'instruction publique. Le système éducatif suisse [En ligne]. (s.l.): CDIP; 2019 [consulté le 18 novembre 2020]. Disponible: <https://www.edk.ch/dyn/15422.php>
82. Calendrier. Calendrier des saisons 2017 [En ligne]. (s.l.): Ouest-France; 2017 [consulté le 19 novembre 2020]. Disponible: <https://kalendrier.ouest-france.fr/dates-changements-saisons-2017.html>
83. Société Suisse de Nutrition. La vitamine D [En ligne]. Berne: SSN; 2019 [consulté le 11 janvier 2021]. Disponible: <https://www.sge-ssn.ch/media/Vitamine-D-2019.pdf>
84. Scientific Advisory Committee on Nutrition. NDNS: results from Years 1 to 4 (combined) [En ligne]. Londres: SACN; 2014. [consulté le 9 décembre 2020]. Disponible: <https://www.gov.uk/government/statistics/national-diet-and-nutrition-survey-results-from-years-1-to-4-combined-of-the-rolling-programme-for-2008-and-2009-to-2011-and-2012>

85. Barake M, Daher RT, Salti I, Cortas NK, Al-Shaar L, Habib RH, et al. 25-Hydroxyvitamin D Assay Variations and Impact on Clinical Decision Making. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(3):835-43.
86. Binkley N, Sempos CT. Standardizing Vitamin D Assays: The Way Forward. *J Bone Miner Res.* 2014;29(8):1709-14.
87. Chatelan A, Zuberbuehler C, Camenzind-Frey E, Bochud M. Should we adjust for seasonality in food consumption surveys? The answer in Switzerland. 2016.
88. Office fédéral de la santé publique. Surpoids et obésité [En ligne]. Berne: OFSP; 2018 [consulté le 2 janvier 2021]. Disponible: <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/gesundheitsfoerderung-und-praevention/koerpergewicht/uebergewicht-und-adipositas.html>

## Annexes

### Annexe 1 : Recommandations internationales concernant la supplémentation en vitamine D chez les nourrissons, les enfants et les adolescents

Pays/Organisme		Année	Population	Posologie
Suisse	Commission Fédérale de la Nutrition (57)	2012/2016 <sup>23</sup>	0 à 1 an	400 UI/j
			2 à 18 ans	600 UI/j <sup>24</sup>
	Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (14)	2017	0 à 1 an	Posologie à définir avec le médecin
			2 à 3 ans, lorsque l'exposition au soleil est insuffisante ou en cas de maladie chronique	
			Personnes à risques (surpoids, type de peau mate)	
			3 à 60 ans, durant la période hivernale	Une supplémentation peut remédier à la faible synthèse cutanée de vitamine D <sup>25</sup>
Société française de pédiatrie (9)	2012	Enfants allaités et <18 mois sans lait fortifié en D <sub>3</sub>	1000-1200 UI/j	
		<18 mois avec lait fortifié en D <sub>3</sub>	600-800 UI/j	
		18 mois à 5 ans et 10 à 18 ans	80 000-100 000 2x/hiver (1x en novembre et 1x en février)	

<sup>23</sup> Amendement pédiatrique

<sup>24</sup> Fortement recommandée jusqu'à 3 ans, recommandée pour les 4-18 ans mais non indispensable si l'enfant est en bonne santé et pratique beaucoup d'activités en extérieur

<sup>25</sup> L'OSAV ne recommande pas *stricto sensu* une supplémentation mais la propose, au même titre que la consommation d'aliments sources de vitamine D

Pays/Organisme		Année	Population		Posologie	
Société française de pédiatrie (9)		2012	5 à 10 ans		Supplémentation systématique non justifiée	
			1 à 18 ans avec un risque particulier		Continuer la supplémentation hivernale, telle que définie pour chaque tranche d'âges, tout au long de l'année	
ESPGHAN (12)		2013	0 à 1 an		400 UI/j	
			>1an		Pas de preuves suffisantes pour recommander une supplémentation	
Consensus international (51)		2016	Tous les nourrissons de 0 à 12 mois		400 UI/j	
Belgique (Conseil Supérieur de la Santé ) (45)			Nourrissons		400 UI/j	
			Enfants et adolescents		400-600 UI/j selon l'exposition au soleil	
Royaume-Uni	Société Nationale de l'Ostéoporose (11)	2018	Taux sérique de vitamine D <25 nmol/L	1 à 5 mois	3000 UI/j durant 8-12 semaines	
				6 mois à 11 ans	6000 UI/j durant 8-12 semaines	
				12 à 17 ans	10 000 UI/j durant 8-12 semaines	
	Association des diététiciens du Royaume-Uni (10)	2019		Taux sérique de vitamine D 25-50 nmol/L	1 mois à 18 ans	400-600 UI/j jusqu'à ce que le taux soit >50 nmol/L
				<1 an avec <500 ml de lait fortifié		340-400 UI/j
				>1 an	400 UI/j durant l'automne et l'hiver	

Pays/Organisme	Année	Population	Posologie
Allemagne (Comité de Nutrition, DGKJ et DGKED) (13)	2019	0 à 18 mois <sup>26</sup>	400-500 UI/j
		Enfants et adolescents avec un risque particulier	500-1000 UI/j
		Taux sérique de vitamine D <50 nmol/L	Ne justifie pas une supplémentation en vitamine D, sauf s'il s'agit d'un individu présentant un risque

<sup>26</sup> La recommandation exacte est « jusqu'à leur deuxième été », soit jusqu'à 12-18 mois

## Annexe 2 : Individus considérés comme à risque d'un statut en vitamine D insuffisant

Pays/Organisme	Population considérée comme à risque en pédiatrie
Société Française de Pédiatrie (9)	Les enfants à forte pigmentation cutanée, qui ne s'exposent pas au soleil estival ou portent des vêtements très couvrants durant cette période, qui souffrent de malabsorption digestive, de cholestase, d'insuffisance rénale, d'un syndrome néphrotique, d'obésité, sous certains traitements (rifampicine, traitement antiépileptique, phénobarbital, phénytoïne) et lorsque l'enfant suit un régime particulier (végétalisme).
Allemagne (Comité de Nutrition, DGKJ et DGKED) (13)	Les enfants et adolescents atteints de pathologies du tube digestif (maladie cœliaque, de Crohn, rectocolite hémorragique, mucoviscidose), rénales, hépatiques, contraints à une immobilisation chronique (donc très peu exposé au soleil), sous traitement pouvant affecter le métabolisme de la vitamine D ou du calcium (antiépileptiques, médicaments antiviraux, fongicides ou glucocorticoïdes à forte dose qui inhibent l'absorption intestinale du calcium et stimulent l'excrétion tubulaire du calcium) et pour ceux originaires de l'immigration.
CFN (57)	Les enfants à la peau foncée, sous anticonvulsivants ou sous glucocorticoïdes, présentant des fractures à faible traumatisme, des troubles chroniques associés à une malabsorption, une paralysie cérébrale ou ne pratiquant pas d'activités de plein air (également ceux qui pratiquent des activités sportives en salle de niveau athlète), ainsi que ceux présentant des symptômes non spécifiques comme une mauvaise croissance, un retard de la motricité globale, de la fatigue, de l'irritabilité ou des douleurs aux jambes.
OSAV (14)	Les individus en surpoids ou avec une peau mate.
ESPGHAN (12)	Les nourrissons allaités qui ne respectent pas la présente recommandation de supplémentation en vitamine D, les enfants et adolescents à peau foncée vivant dans les pays du nord, les enfants et les adolescents sans exposition solaire adéquate (utilisation excessive d'un écran solaire avec un FPS élevé, rester à l'intérieur pendant une grande partie de la journée, porter des vêtements couvrant la majeure partie de la peau, vivre dans les latitudes nordiques en hiver) et les enfants obèses.
Société Nationale de l'Ostéoporose (11)	Les enfants et jeunes avec une alimentation insuffisante en calcium (par exemple, végétalien ou faible consommation de produits laitiers) ou avec une alimentation généralement pauvre, avec une exposition limitée au soleil (par exemple, les patients voilés et photosensibles à qui il est conseillé d'appliquer un écran solaire à facteur élevé au risque de malignité, par ex. survivants du cancer), qui passent très peu de temps à l'extérieur (par exemple, les personnes à mobilité réduite), qui ont la peau foncée (par exemple, les populations d'Afrique et des Caraïbes ou d'origine sud-asiatique, car ils peuvent ne pas obtenir suffisamment de vitamine D par le soleil), prise d'anticonvulsivants qui induisent des enzymes hépatiques telles que la phénytoïne, carbamazépine, primidone ou phénobarbital, avec des membres de la famille avec une carence avérée en vitamine D.
CSS (Belgique) (45)	Les jeunes enfants, les personnes ayant la peau foncée, les personnes voilées, les personnes sortant peu à l'extérieur

### Annexe 3 : Principales sources de vitamine D, calcium et phosphore selon le Sixième rapport sur la nutrition en Suisse

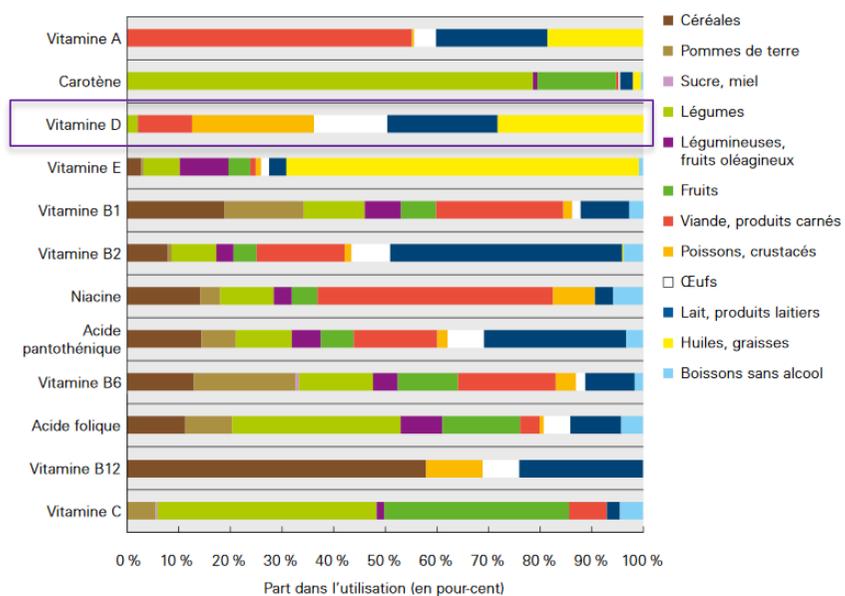


Figure 2.8 : Part en pour-cent des différents groupes d'aliments dans l'utilisation de vitamines

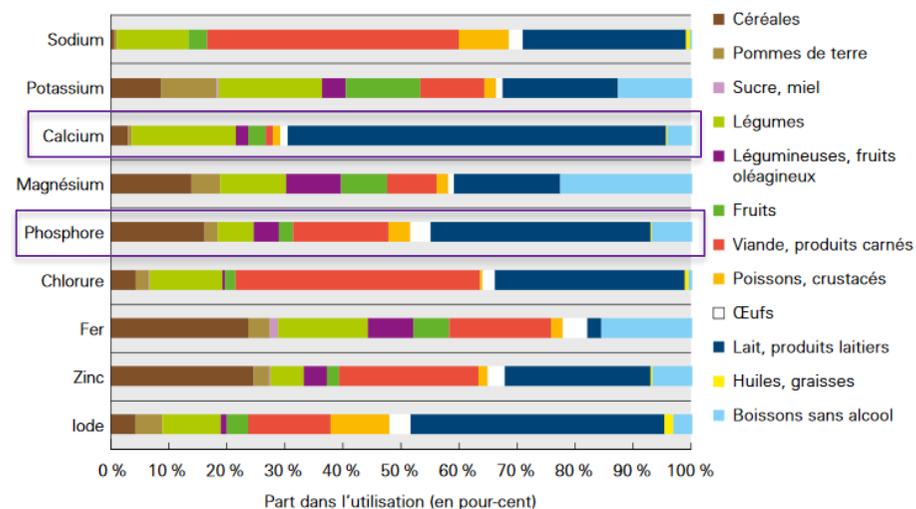


Figure 2.9 : Part en pour-cent des différents groupes d'aliments dans l'utilisation de sels minéraux

Annexe 4 : Code des groupes et sous-groupes d'aliments issus du logiciel GlogoDiet® et leurs modifications

Groupes et sous-groupes issus du logiciel GlogoDiet®			Modifications apportées aux groupes et sous-groupes par l'étudiant Master		
Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes	Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes
0		Non spécifié	0		Non spécifié
01		Pommes de terre et autre tubercules féculents	06		Céréales, produits céréaliers, pommes de terre et autre tubercules féculents et légumes secs
02		Légumes	02		Légumes → Inclusion du maïs dans Céréales, produits céréaliers, pommes de terre et autre tubercules féculents et légumes secs
03		Légumes secs	06		Céréales, produits céréaliers, pommes de terre et autre tubercules féculents et légumes secs
04		Fruits, fruits oléagineux et graines	04		
04	01	Fruits	99	99	Pas d'intérêt au vu des nutriments étudiés
04	02	Fruits oléagineux (incl. Beurre <sup>27</sup> )	04	02	Fruits oléagineux

<sup>27</sup> Il ne s'agit pas du beurre laitier mais par exemple le beurre d'arachide

Groupes et sous-groupes issus du logiciel GloboDiet®			Modifications apportées aux groupes et sous-groupes par l'étudiant Master		
Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes	Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes
05		Lait, produits laitiers et substituts	05		Lait, produits laitiers et substituts
05	01	Lait, boisson à base de lait ou de lait fermenté	05	01	Lait, boisson à base de lait ou de lait fermenté
05	02	Substituts de laits et produits à base de substituts de lait	05	02	Substituts de laits et produits à base de substituts de lait
05	03	Yogourts	05	03	Yogourts
05	04	Cottage cheese et séré	05	04	Fromages
05	05	Fromages	05	05	Fromages
05	06	Desserts lactés	19		Produits sucrés et snack salés
05	07	Crème, substitut de crème et crème à café	10	01	Graisses et huiles
05	08	Glaces, substituts de glace, sorbets et glaces à l'eau	19		Produits sucrés et snack salé
06		Céréales et produits céréaliers	06		Céréales, produits céréaliers, pommes de terre et autre tubercules féculents et légumes secs
07		Viandes, produits à base de viande et substituts de viande	07		Viandes, produits à base de viande et substituts de viande
07	01	Mammifères	07	01	Viandes, produits à base de viande
07	02	Volailles	07	02	Viandes, produits à base de viande
07	03	Gibier	07	03	Viandes, produits à base de viande
07	04	Charcuterie	07	04	Charcuterie

Groupes et sous-groupes issus du logiciel GloboDiet®			Modifications apportées aux groupes et sous-groupes par l'étudiant Master		
Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes	Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes
07	05	Abats	07	05	Abats
07	06	Substituts de viande	07	06	Substituts de viande
08		Poissons, fruits de mer, amphibiens et reptiles	08		Poissons, fruits de mer, amphibiens et reptiles
09		Œufs et dérivés	09		Œufs et dérivés
10		Graisses et huiles	10		Graisses et huiles
10	01	Huiles végétales	10	01	Huiles végétales
10	02	Beurre	10	04	Beurre, margarines et graisses à cuire
10	03	Margarines et graisses à cuire	10	04	Beurre, margarines et graisses à cuire
11		Sucre, chocolat et confiseries	19		Produits sucrés et snack salés
12		Cakes, gâteaux, tartes sucrées, pâtisseries et petits fours	19		Produits sucrés et snack salés
13		Boissons sans alcool	13		Boissons sans alcool
13	01	Jus de fruits et de légumes	99	99	Pas d'intérêt au vu des nutriments étudiés
13	02	Boissons sucrées, gazeuses, énergétiques et isotoniques	19		Produits sucrés et snack salés
13	03	Café, thé et tisane	13	05	Boisson sans alcool et sans sucre
13	04	Eau	13	05	Boisson sans alcool et sans sucre
14		Boisson avec alcool	99	99	Pas d'intérêt au vu des nutriments étudiés

Groupes et sous-groupes issus du logiciel GloboDiet®			Modifications apportées aux groupes et sous-groupes par l'étudiant Master		
Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes	Groupe	Sous-groupe	Nom du groupe et des sous-groupes
15		Assaisonnement, épices, levures, herbes et sauces	99	99	Pas d'intérêt au vu des nutriments étudiés
16		Soupes et bouillons	02		Légumes
17		Aliments divers	17		Aliments divers
18		Snack salés	19		Produits sucrés et snack salés → Inclusion des croissants issus du groupe 6

## Annexe 5 : Consommation d'aliments sources de vitamine D, calcium ou de phosphore

Variable	Participants (n=29)
Consommation de poisson (%)	
- Oui	75,9 (n=22)
- Non	24,1 (n=7)
Consommation de fruits de mer (%)	
- Oui	55,2 (n=16)
- Non	44,8 (n=13)
Consommation de fromage (%)	
- Oui	93,1 (n=27)
- Non	6,9 (n=2)
Consommation de lait (%)	
- Oui	79,3 (n=23)
- Non	20,7 (n=6)
Consommation d'autres laitages (%)	
- Oui	93,1 (n=27)
- Non	6,9 (n=2)
Consommation de portion <sup>28</sup> de poisson ou de fruits de mer (%)	
- 1-3 fois par semaine	24,1 (n=7)
- 1-3 fois par mois	51,7 (n=15)
- 1-10 fois par an	10,3 (n=3)
- Jamais	13,9 (n=4)

<sup>28</sup> Une portion correspond à un quart de l'assiette

Variable	Participants (n=29)
Consommation d'aliments enrichis (%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6-7 fois par semaine</li> <li>- 3-5 fois par semaine</li> <li>- 1-2 fois par semaine</li> <li>- 1-3 fois par mois</li> <li>- Rarement / jamais</li> </ul>	3,4 (n=1) 20,7 (n=6) 20,7 (n=6) 17,2 (n=5) 38 (n=11)
Consommation de jus de fruits enrichis (%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6-7 fois par semaine</li> <li>- 3-5 fois par semaine</li> <li>- 1-2 fois par semaine</li> <li>- 1-3 fois par mois</li> <li>- Rarement / jamais</li> </ul>	10,3 (n=3) 3,4 (n=1) 6,9 (n=2) 10,3 (n=3) 69,1 (n=20)
Consommation de lait/yaourt/yaourt à boire enrichis (%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6-7 fois par semaine</li> <li>- 3-5 fois par semaine</li> <li>- 1-2 fois par semaine</li> <li>- 1-3 fois par mois</li> <li>- Rarement / jamais</li> </ul>	6,9 (n=2) 0 3,4 (n=1) 20,7 (n=6) 69 (n=20)
Consommation de bonbons ou biscuits enrichis (%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6-7 fois par semaine</li> <li>- 3-5 fois par semaine</li> <li>- 1-2 fois par semaine</li> <li>- 1-3 fois par mois</li> <li>- Rarement / jamais</li> </ul>	0 6,9 (n=2) 17,2 (n=5) 24,1 (n=7) 51,8 (n=15)

Variable	Participants (n=29)
Consommation de cacao en poudre (%)	
- 6-7 fois par semaine	6,9 (n=2)
- 3-5 fois par semaine	13,8 (n=4)
- 1-2 fois par semaine	17,2 (n=5)
- 1-3 fois par mois	6,9 (n=2)
- Rarement / jamais	55,2 (n=16)
Consommation de verre de lait (%)	
- 3 verres ou + par jour	6,9 (n=2)
- 2 verres par jour	6,9 (n=2)
- 1 verre par jour	24,1 (n=7)
- 1 verre tous les deux jours	6,9 (n=2)
- 1-3 verres par semaine	24,1 (n=7)
- 1-3 verres par mois	10,4 (n=3)
- Rarement / jamais	20,7 (n=6)